



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA LA MEJORA
DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN
LA EMPRESA ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L., SURQUILLO, 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

PAREDES MEDINA, VICTOR ALEXANDER

ASESORA

MGTR. EGUSQUIZA RODRIGUEZ, MARGARITA JESUS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA DE GESTIÓN PRODUCTIVA Y EMPRESARIAL

LIMA - PERÚ

AÑO 2018

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

Víctor Alexander Paredes Medina

cuyo título es:

Aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electronica Max E.I.R.L., Surquillo, 2017.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:(número) *OUCE* (letras).

Los Olivos, 02 de julio del 2018



.....
Presidente
DR. Jose Carrion Nin



.....
Secretaria
MGTR. Margarita Egusquiza Rodriguez



.....
Vocal
MGTR. Jose La Rosa Zeña Ramos

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi madre, por darme la vida y por su fuerza la cual me motiva a seguir adelante y cumplir todas mis metas y no darme por vencido.

A mi padre y hermanos que me apoyan en todo momento.

A mis sobrinitos Aarón y Valery, que siempre alegran mis días, con su cariño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la fortaleza que me brinda cada día, a mi familia por el apoyo incondicional, cada docente y asesores de la Universidad Cesar Vallejo que con sus enseñanzas y apoyo han hecho posible poder culminar mi carrera satisfactoriamente.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA con DNI N° 41825727, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima 02 julio del 2018

VICTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA

DNI: 41825727

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante Ustedes la Tesis titulada denominado “APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ELECTRONICA MAX E.I.R.L., SURQUILLO, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

Víctor Alexander Paredes Medina

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	15
1.2 TRABAJOS PREVIOS	23
1.3 Teorías relacionadas al tema	30
1.3.1 Estudio del Trabajo	30
1.3.2 Productividad	38
1.4 Formulación del problema	45
1.4.1 Problema General	45
1.4.2 Problemas específicos	45
1.5 Justificación del estudio	45
1.5.1 Justificación Práctica	45
1.5.2 Justificación económica	45
1.5.3 Justificación Social	45
1.6 Objetivos	46
1.6.1 Objetivo General	46
1.6.2 Objetivos específicos	46
1.7 Hipótesis	46
1.7.1 Hipótesis General	46
1.7.2 Hipótesis específicas	46
II. MÉTODO	47
2.1 Diseño de investigación	48
2.1.1 Tipo de estudio	48
2.1.2 Nivel de investigación	48
2.1.3 Enfoque de investigación	48
2.1.4 Diseño de investigación	49
2.2 Variables de operacionalización	50

2.2.1	Definición conceptual de variables	50
2.2.2	Definición conceptual de dimensiones	50
2.3	Población, muestra y muestreo	54
2.3.1	Población	54
2.3.2	Muestra	54
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	54
2.4.1	Técnicas de recolección de datos	55
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	55
2.4.3	Validación y confiabilidad del instrumento	55
2.4.4	Validación	56
2.5	Metodología de análisis de datos	56
2.6	Aspectos éticos	57
2.7	Desarrollo de la propuesta	57
2.7.1	Situación actual	57
2.7.2	Propuesta de mejora	84
2.7.3	Implementación de la Propuesta	86
2.7.4	Resultados	126
2.7.5	Análisis Económico Financiero	142
III.	RESULTADO	147
3.1	Análisis descriptivo	148
3.1.2	Variable independiente:	151
3.2	Análisis inferencial	152
3.2.1	Análisis de hipótesis general	152
3.2.2	Análisis de hipótesis específica 1	155
3.2.3	Análisis de hipótesis específica 2	157
IV.	DISCUSIÓN	160
V.	CONCLUSIÓN	162
VI.	RECOMENDACIÓN	164
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: PBI por sector económico	16
Tabla 2: Situación actual de la empresa 2017	18
Tabla 3: Matriz de correlación de acuerdo a los problemas en el área de mantenimiento	20
Tabla 4: Cuadro de frecuencia y ponderado	20
Tabla 5: Matriz de priorización en base a datos proporcionados por la estratificación	22
Tabla 6: Diagrama de procesos	34
Tabla 7: Categoría de electrodomésticos	59
Tabla 8: Clasificación por línea de producto	60
Tabla 9: Diagrama de flujo - mantenimiento de CPU	65
Tabla 10: Diagrama de análisis de procesos por servicio de mantenimiento	67
Tabla 11: Diagrama bimanual - mantenimiento de CPU	70
Tabla 12: Registro toma de tiempo mes de noviembre 2017	73
Tabla 13: Calculo de numero de muestras	74
Tabla 14: Calculo del promedio del tiempo observado total de acuerdo al tamaño de la muestra en el mes de noviembre 2017	75
Tabla 15: Cálculo del tiempo estándar del servicio de mantenimiento (PRE-TEST)	75
Tabla 16: Calculo de la capacidad instalara	76
Tabla 17: Calculo de los servicios programados	76
Tabla 18: Productividad del mes de agosto 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	78
Tabla 19: Productividad del mes de setiembre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	79
Tabla 20: Productividad del mes de octubre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	80
Tabla 21: Productividad del mes de noviembre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	81
Tabla 22: Productividad del mes de diciembre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	82
Tabla 23: Alternativas de solución de las principales causas	84
Tabla 24: Presupuesto del Proyecto	86
Tabla 25: Identificación del cuello de botella del servicio	87
Tabla 26: Diagrama de actividad de procesos – Recepción de producto (PRE- TEST)	88
Tabla 27: Actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.	89
Tabla 28: <i>Diagrama de actividades de procesos - Desmantelado (PRE-TEST)</i>	89
Tabla 29: Actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.	91
Tabla 30: Diagrama de actividad de procesos – Limpieza de piezas (PRE- TEST)	91
Tabla 31: Actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.	93
Tabla 32: Diagrama de actividad de procesos - Ensamblado (PRE-TEST)	94
Tabla 33: actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.	95
Tabla 34: <i>Diagrama de actividad de procesos - Prueba del producto (PRE-TEST)</i>	96
Tabla 35: actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.	97
Tabla 36: Costo de herramientas e insumos	118
Tabla 37: Beneficios Sociales	118
Tabla 38: Planilla de Mano de obra	119
Tabla 39: Costo unitario de la mano de obra	119

Tabla 40: Costos Indirectos	119
Tabla 41: Costo de Servicio Inicial	120
Tabla 42: Diagrama de actividad de procesos – Recepción de productos (POST- TEST)	121
Tabla 43: <i>Diagrama de actividad de procesos - Desmantelado (POST- TEST)</i>	122
Tabla 44: Diagrama de actividad de procesos del servicio de mantenimiento (POST- TEST)	123
Tabla 45: Diagrama de actividad de procesos del servicio de mantenimiento (POST- TEST)	124
Tabla 46: Diagrama de actividad de procesos del servicio de mantenimiento (POST- TEST)	125
Tabla 47: Diagrama de análisis de procesos por servicio de mantenimiento	126
Tabla 48: Resultado estudio de métodos de pre-test / post- test	129
Tabla 49: Registro toma de tiempo mes de abril 2018	130
Tabla 50: Calculo del número de muestras	131
Tabla 51: Calculo del promedio del tiempo observado total de acuerdo al tamaño de la muestra en el mes de abril del 2018	131
Tabla 52: Calculo del tiempo estándar del servicio de mantenimiento (POST-TEST)	132
Tabla 53: Resultados estudio de tiempos PRE-TEST / POST TEST	132
Tabla 54: Cálculo de la capacidad instalada (POST-TEST)	133
Tabla 55: Calculo de los servicios programados	133
Tabla 56: Productividad del mes de enero 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	134
Tabla 57: Productividad del mes de febrero 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	135
Tabla 58: Productividad del mes de marzo 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	136
Tabla 59: Productividad del mes de abril 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	137
Tabla 60: Productividad del mes de mayo 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.	138
Tabla 61: Resultados Eficiencia, Eficacia y Productividad PRE-TEST / POST-TEST	139
Tabla 62: Costo por herramientas e insumos	140
Tabla 63: Costo unitario de mano de obra	140
Tabla 64: Costo indirecto	141
Tabla 65: Costo de servicio actual	141
Tabla 66: Requerimientos para la implementación de la mejora del servicio de mantenimiento	142
Tabla 67: Horas- hombre Utilizados para mejora de procesos	142
Tabla 68: Inversión Total realizada	143
Tabla 69: Análisis económico antes y después	143
Tabla 70: Datos de los meses a calcular	144
Tabla 71: Costos por Servicio de mantenimiento antes y después	145
Tabla 72: Calculo del VAN	145
Tabla 73: Calculo de TIR	146
Tabla 74: Productividad Antes y Después	148
Tabla 75: Eficiencia Antes y Después	149
Tabla 76: Eficacia Antes y Después	150
Tabla 77: Pruebas de normalidad productividad	153
Tabla 78: Estadístico descriptivo de la productividad	153
Tabla 79: Estadístico descriptivo productividad	154
Tabla 80: Pruebas de normalidad de eficiencia	155
Tabla 81: Estadístico descriptivo eficiencia	156
Tabla 82: Estadístico descriptivo de la eficiencia	156
Tabla 83: Prueba de normalidad Eficacia	157
Tabla 84: Estadístico descriptivo Eficacia	158
Tabla 85: Estadística descriptiva de la eficacia	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción del sector comercial	17
Figura 2: Situación actual de la empresa en los últimos 4 meses	18
Figura 3: Diagrama de Ishikawa (causa-efecto) – área de mantenimiento	19
Figura 4: Diagrama de Pareto	21
Figura 5: Estratificación de las causas	21
Figura 6: Organigrama de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.	58
Figura 7: Distribución de planta de la empresa	61
Figura 8: Diagrama de operación de proceso por servicio de mantenimiento de CPU	63
Figura 9: Diagrama de flujo del proceso de servicio de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.	64
Figura 10: Proceso de mantenimiento CPU	65
Figura 11: Diagrama inicial de recorrido	66
Figura 12: Compresora de aire	106
Figura 13: Diagrama de recorrido actual	117
Figura 14: Resultado estudio de métodos del pre-test / post-test	129
Figura 15: Resultados Estudio de Tiempos PRE-TEST / POST-TEST	132
Figura 16: Resultado Eficiencia, Eficacia y Productividad PRE-TEST / POST-TEST	139
Figura 17: Productividad Antes y Después	148
Figura 18: Eficiencia Antes y Después	149
Figura 19: Eficacia Antes y Después	150
Figura 20: Pre-test y Post-test de índice de actividades que agregan valor	151
Figura 21: Tiempo Estándar Pre-Test y Post-Test	152

RESUMEN

La presente investigación “Aplicación del Estudio del Trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2017”, tiene como objetivo general, el demostrar como el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2018.

El diseño de investigación es cuasi-experimental de tipo aplicada, ya que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población de estudio estuvo conformada por el servicio de mantenimiento de CPUs durante los meses de octubre y noviembre del 2017, de los cuales se obtuvo un total de 51 días laborales de los dos meses. Luego se realizó la implementación de la propuesta de mejora obteniendo una nueva medición de los meses de abril y mayo del 2018. Los datos se obtuvieron mediante la técnica de observación y utilizando instrumentos como: hojas de verificación de toma de tiempos, medición del tiempo estándar, ficha de registro del diagrama de actividades del proceso, ficha de estimación de Eficiencia, Eficacia y Productividad. Para los análisis de datos se utilizó programas como el Microsoft Excel y el SPSS V. 24, de manera descriptiva e inferencial.

Según los datos ingresados al SPSS V. 24, se obtuvo un resultado de significancia de igual a 0.00 de los análisis realizados a los indicadores de productividad antes y después de la implementación, por lo cual al ser menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación.

Palabras claves:

- Estudio del trabajo
- Productividad
- Estudio de métodos

ABSTRACT

The present investigation "Application of the Study of the Work for the improvement of the productivity in the area of maintenance in the company Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2017", has like general objective, the demonstrate like the study of the work improves the productivity in the area of maintenance in the company Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2018.

The research design is quasi-experimental of applied type, since it seeks to confront the theoretical part with reality. The study population consisted of the maintenance service of CPUs during the months of October and November 2017, of which 51 work days were obtained for the two months. Then, the implementation of the improvement proposal was made, obtaining a new measurement of the months of April and May of 2018. The data was obtained through the observation technique and using instruments such as: time-keeping verification sheets, standard time measurement, record sheet of the process activity diagram, estimate sheet of Efficiency, Efficiency and Productivity. For data analysis, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 24 were used in a descriptive and inferential manner.

According to the data entered into the SPSS V. 24, a result of significance equal to 0.00 was obtained from the analyzes performed on the productivity indicators before and after the implementation, so that being less than 0.05 the null hypothesis is rejected and the hypothesis of the investigation is accepted.

Keywords:

- Study of work
- Productivity
- Study of methods

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Hoy en la actualidad hay mucha competencia en el mercado, y el público consumidor se ha vuelto muy exigente al momentos de realizar una compra o al solicitar un servicio, por tal motivo buscan el mejor producto, como también el mejor centro especializado para solicitar un servicio, en este caso, ya sea de reparación o de mantenimiento de electrodomésticos que sea eficiente y que solucionen el problema en el menor tiempo posible, por tal motivo, las empresas especializadas en reparación y mantenimiento de electrodomésticos están obligadas a brindar un mejor servicio de calidad, garantía y al menor tiempo posible.

Según un informe del International Data Corporation (IDC) Latinoamérica ha habido un incremento en el mercado de PCs, en la región, tuvo un crecimiento del 15.2% durante el 3er trimestre de 2017, después de más de dos años de descensos, alcanzando los 4.9 millones de unidades, informó IDC, la principal firma de inteligencia de mercado, servicios de consultoría y conferencias para el sector de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones, en su estudio más reciente sobre el mercado de computadoras en Latinoamérica.

Una de las principales razones de este comportamiento fue la eliminación de impuestos en importaciones en Argentina, lo que generó que las marcas multinacionales aprovecharan este incentivo, a lo que el consumo respondió de manera favorable. En este país, el crecimiento fue de 85% en unidades tope, comparado con el mismo trimestre de 2016; por otro lado, en Brasil, debido a que la situación económica se encuentra mejorando, así como la confianza del consumidor, se observó un incremento del 30% comparado con el año anterior, ya que los fabricantes y los proveedores han mantenido las promociones y los buenos precios en el mercado.

Latinoamérica ha podido despegar después de varios trimestres, principalmente durante el último trimestre, en Ultrabook y Notebooks tradicionales, con crecimientos del 33% y 26% en comparación con 2016, en unidades, respectivamente. En países como Argentina, Brasil, México y Colombia, existieron, durante el 3er trimestre de 2017, negocios en el sector educativo y gobierno.

IDC prevé que el mercado llegue a un 2.5% de crecimiento a final de año, con 17.1 millones de unidades en toda Latinoamérica. Hacia 2018, la consultora visualiza una estabilización causada por procesos electorales en diversos países de la región, con un decrecimiento, aproximadamente, del 9%.

La industria española de electrodomésticos de gama blanca vendió en enero 18.066 unidades, lo que supone un crecimiento del 3,71% con respecto al mismo mes del año pasado.

Entre los electrodomésticos que más han comprado los consumidores durante este periodo, lideran las secadoras (29,64%), seguidas de las campanas (28,37%), las placas de inducción (22,39%) y los side by side (22,18%). Por el contrario, los frigoríficos de 2 puertas y los congeladores horizontales han descendido en ventas, un -35,58% y un -31,93% respectivamente.

Según el PBI, en el Perú tanto la venta como servicios de reparación y mantenimientos de artefactos electrodomésticos se encuentran ubicados en el sector comercio y sector servicios según el PBI por ser productos considerados para su comercialización y servicios.

Tabla 1: PBI por sector económico

Cuadro 15 PBI POR SECTORES ECONÓMICOS (Variaciones porcentuales reales)						
	2015	2016	2017*		2018*	
			RI Dic.16	RI Mar.17	RI Dic.16	RI Mar.17
Agropecuario	3,2	1,8	2,8	2,5	5,0	4,9
Agrícola	2,0	0,6	2,3	1,7	5,5	5,4
Pecuario	5,2	3,6	3,6	3,7	4,2	4,2
Pesca	15,9	-10,1	34,7	13,6	5,7	20,4
Minería e hidrocarburos	9,5	16,3	7,4	6,9	5,1	5,9
Minería metálica	15,7	21,2	7,5	6,9	5,0	5,9
Hidrocarburos	-11,5	-5,1	7,1	6,8	6,6	6,4
Manufactura	-1,5	-1,6	3,5	2,2	4,0	3,8
Recursos primarios	1,8	-0,5	10,0	6,8	4,1	6,7
Manufactura no primaria	-2,6	-2,0	1,7	0,8	4,0	3,0
Electricidad y agua	5,9	7,3	5,5	4,6	5,0	4,5
Construcción	-5,8	-3,1	3,6	1,8	5,5	6,0
Comercio	3,9	1,8	3,3	2,4	3,8	3,3
Servicios	4,2	3,9	3,9	3,4	3,8	3,5
PRODUCTO BRUTO INTERNO	3,3	3,9	4,3	3,5	4,2	4,1
Nota:						
PBI primario	6,8	9,8	7,1	6,0	5,0	6,0
PBI no primario	2,4	2,3	3,5	2,9	4,0	3,6

RI: Reporte de Inflación.
* Proyección.

Fuente: BCRP

Como se muestra en la tabla N° 01 según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) los productos electrodomésticos se encuentran en conjunto con otros productos por estar

en el sector comercio el cual se mantiene proyectado un crecimiento de 2,4% en el 2017; como también en el sector servicio se mantiene proyectado un crecimiento de 3,4.

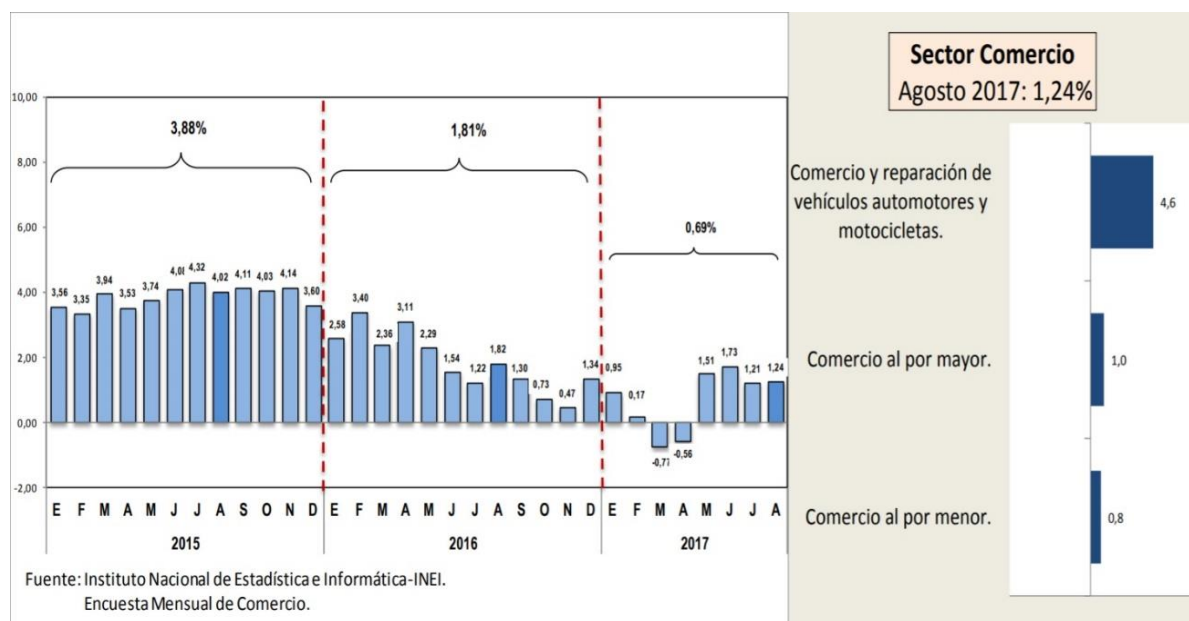


Figura 1: Producción del sector comercial
(Variación porcentual respecto a similar mes del año anterior)

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e informática – INEI

En el Figura n° 01 del INEI, muestra que en el sector comercio en el mes agosto del 2017 se incrementó a 1,24%, respecto al mes del año anterior, por el comportamiento positivo de las ventas al por mayor (0.99%) y al por menor (0.77%), así como la venta de automóvil (4.65%).

Por lo cual, en el comercio al por mayor de 0.99%, solo incremento las ventas de combustibles, ventas al sector minero e industrial, aumento la venta de materiales de construcción y artículos ferreteros, pero en este sector las ventas de computadoras, equipos, y otros enseres domésticos descendió, principalmente en electrodomésticos.

Por el contrario, en el comercio al por menor del 0.77%, muy aparte de la recuperación de las ventas de prendas de vestir, estrategia de marketing promoción de productos en el interior del país. Se incrementó la venta de equipos de telefonía móvil, equipos de cómputo y accesorios, como también se incrementó los servicios de atención personalizada en las cadenas comerciales y nuevos puntos de atención.

Por lo cual los servicios de atención especializados en reparación y mantenimiento de electrodomésticos ha tenido un incremento parcial, ya que los clientes buscan entre esos puntos de atención personalizados los servicios autorizados en reparación y mantenimiento de electrodomésticos, por lo que la empresa Electrónica Max E.I.R.L. no es ajena a los requisitos que exige el cliente.

La presente tesis tiene como finalidad mejorar la productividad del área de mantenimiento, ya que las personas que compran artefactos electrodomésticos luego de un tiempo de uso del producto solicitan su mantenimiento, por lo cual se acercan a nuestra empresa de servicio para solicitar el mantenimiento de su artefacto.

El área de mantenimiento de nuestra empresa presenta una baja productividad, la cual impiden la entrega de los electrodomésticos en el menor tiempo posible, ya sea por el inadecuado uso de herramientas para el desmantelado de un electrodoméstico, la mala ubicación de herramientas, la falta de un compresor de aire que facilite la limpieza de las piezas de un electrodoméstico, como también la mala condición de trabajo es una de las causas de la demora de entrega del producto.

Tabla 2: Situación actual de la empresa 2017

SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA EN EL AREA DE MANTENIMIENTO						
	marzo	abril	mayo	junio	julio	promedio actual
EFICIENCIA	62.50%	63.15%	63.34%	62.45%	62.32%	62.75%
EFICACIA	72.84%	73.23%	72.59%	73.12%	72.94%	72.94%
PRODUCTIVIDAD	45.53%	46.24%	45.98%	45.66%	45.46%	45.77%

Fuente: Elaboración propia

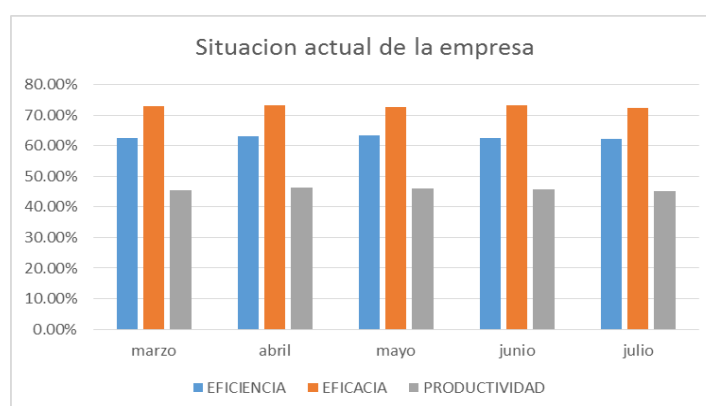


Figura 2: Situación actual de la empresa en los últimos 4 meses

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Ishikawa (causa y efecto)

Es una herramienta utilizada en la gestión de calidad, el cual nos permite identificar las diferentes causas que pueden estar afectando los resultados de un trabajo. A continuación, se realizó el diagrama de causa y efecto después de identificar los diferentes problemas de la empresa.

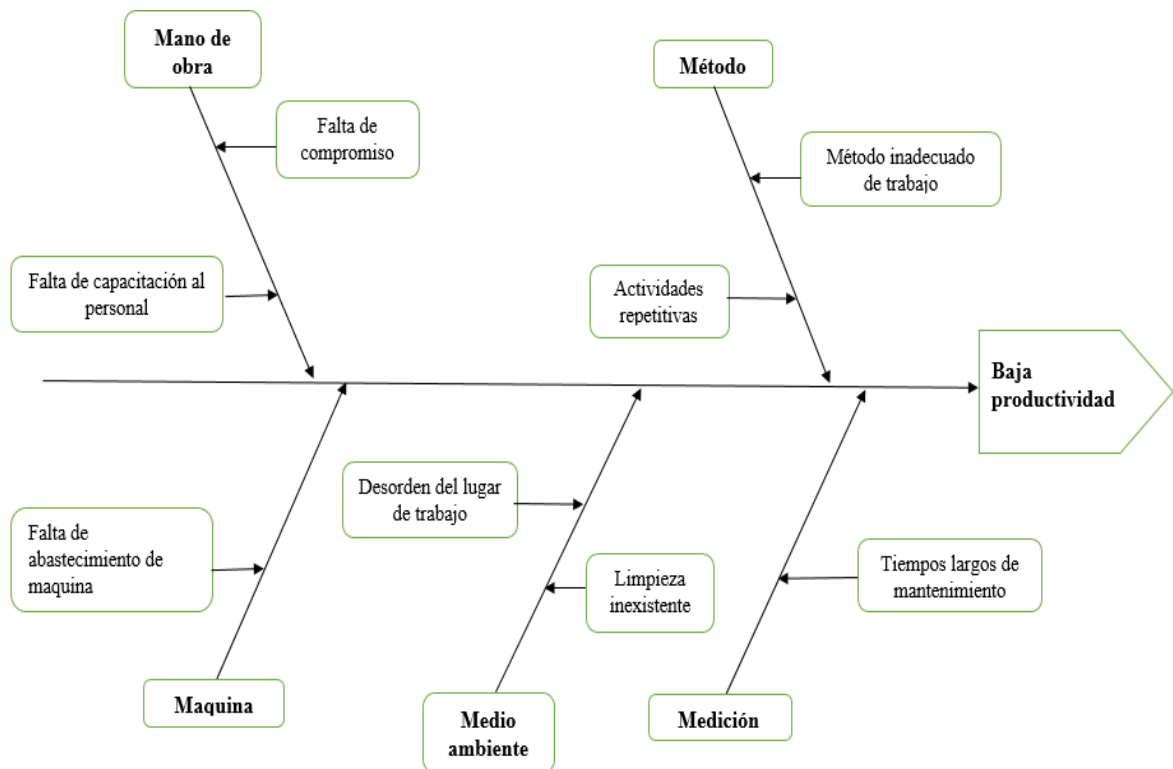


Figura 3: Diagrama de Ishikawa (causa-efecto) – área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Ishikawa muestra las causas que afectan la productividad en el área de mantenimiento, el análisis de cada una de las causas, fueron analizados a través de la matriz de correlación que se muestra en la tabla n° 3, el cual se desarrolló aplicando la técnica de una tabla de doble entrada donde se muestra una lista de multivariable de los problemas se colocan en horizontal y la misma lista en vertical, las cuales se van a expresar en 0 a 1.

Matriz de correlación

Tabla 3: Matriz de correlación de acuerdo a los problemas en el área de mantenimiento

	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	puntaje
C1	Método inadecuado de trabajo		1	0	1	1	1	1	1	6
C2	Actividades repetitivas	1		0	1	1	1	0	0	4
C3	Falta de compromiso	1	0		0	0	0	0	0	1
C4	Falta de capacitación al personal	0	1	0		0	1	1	0	3
C5	Tiempos largos de Mantenimiento	1	1	1	1		1	1	1	7
C6	Desorden del lugar de trabajo	1	0	0	1	0		0	0	2
C7	limpieza inexistente	1	0	0	0	0	0		0	1
C8	Falta de abastecimiento de maquina	1	1	1	0	1	0	1		5
										29

Fuente: elaboración propia

De la tabla n° 3 nos muestra que existen 8 causas que afectan al área de mantenimiento, además nos muestra que la mayor cantidad de incidentes se encuentra en el C5 y la de menor cantidad de incidencia corresponde al C7.

Tabla 4: Cuadro de frecuencia y ponderado

	Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje total	porcentaje acumulado
C5	Tiempos largos de Mantenimiento	7	7	24.14%	24.14%
C1	Método inadecuado de trabajo	6	13	20.69%	44.83%
C8	Falta de abastecimiento de maquina	5	18	17.24%	62.07%
C2	Actividades repetitivas	4	22	13.79%	75.86%
C4	Falta de capacitación al personal	3	25	10.34%	86.21%
C6	Desorden del lugar de trabajo	2	27	6.90%	93.10%
C3	Falta de compromiso	1	28	3.45%	96.55%
C7	Limpieza inexistente	1	29	3.45%	100.00%
		29		100%	

Fuente: elaboración propia

Podemos apreciar que la mayor cantidad de problemas en la empresa se deben a los tiempos largos de mantenimiento (24.14%), así como también el método inadecuado de trabajo (20.29%), la falta de abastecimiento de maquina (17.24%) y las actividades repetitivas (13.79%); los cuales son los que más influyen a la baja productividad de la empresa, según la tabla n° 4.

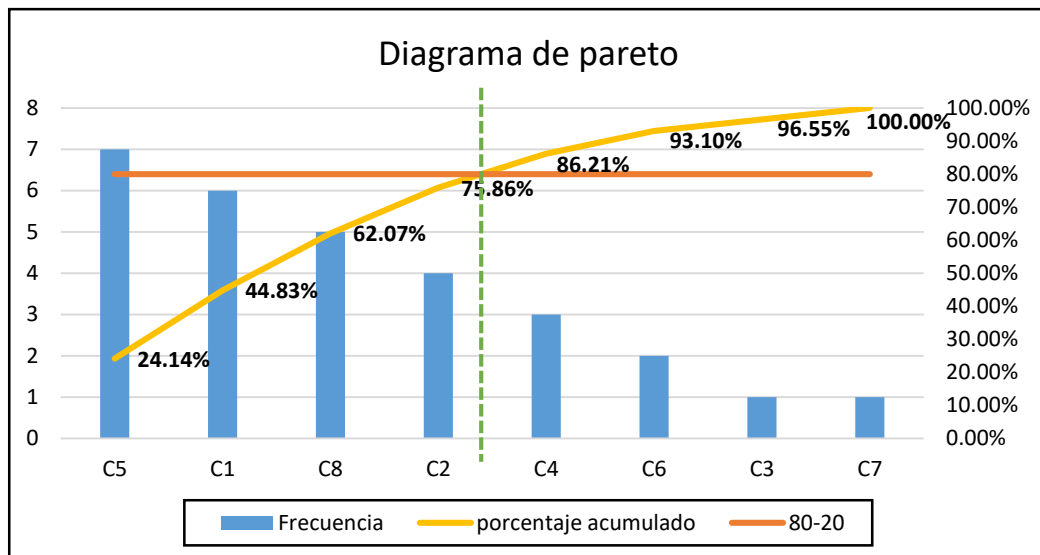


Figura 4: Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al Figura 4 del diagrama de Pareto, los principales problemas que conforma el 80% de los problemas del área de mantenimiento son los tiempos largos de mantenimiento, el método inadecuado de trabajo, la falta de suministro de máquina y las actividades repetitivas, por lo cual la presente investigación plantea la aplicación del estudio del trabajo, el cual nos permitirá realizar un estudio critico que nos ayude a plantear un método de trabajo más sencillo para poder mejorar la productividad del área de mantenimiento.

Luego se continua con la estratificación de las causas como se muestra en la Figura 5, agrupándolas en 4 estratos los cuales son: gestión, procesos, mantenimiento y calidad, el cual muestra los estratos de mayor incidencia que son procesos y gestión con un porcentaje de 50% y 25% respectivamente.

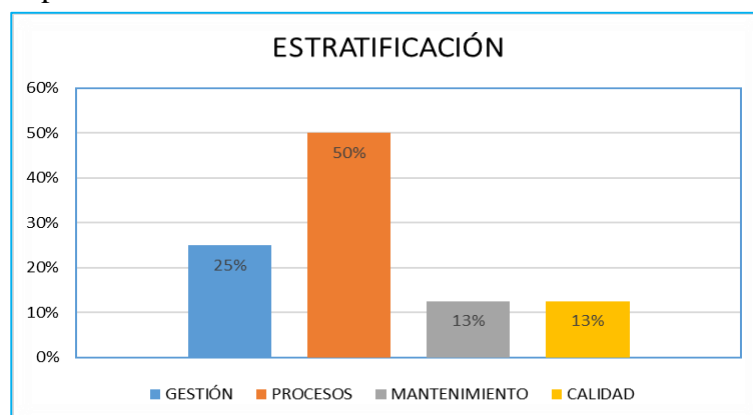


Figura 5: Estratificación de las causas
Fuente: Elaboración propia

Por último, se realizó un análisis de criticidad con la matriz de priorización para determinar cuál de los estratos con mayor porcentaje se debería de priorizar.

Tabla 5: Matriz de priorización en base a datos proporcionados por la estratificación

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	Medición						NIVEL DE CRITERIO				Medidas a tomar		
	Mano de obra	Materia prima	Ambiente	Maquinaria	Métodos		Total de problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad		
GESTIÓN	1	1	0	0	0	Medio	2	25%	4	8	2	Six Sigma	
PROCESOS	1	1	0	0	1	Alto	4	50%	5	20	1	Estudio del trabajo	
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	1	Bajo	1	13%	3	3	3	TPM	
CALIDAD	0	0	0	1	0	Bajo	1	13%	2	2	4	5's	
Total de problemas	2	2		1	1		8	100%					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 5 se muestra los resultados analizados el cual nos da una calificación alta de 20 en procesos. Es así que junto al jefe de operaciones se determina dar la prioridad al estrato de procesos por tener nivel alto de criticidad.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

- **A nivel internacional**

CONCHA y BARAHONA. Mejoramiento de la productividad en la empresa Induacero CIA. LTDA. En base al desarrollo e implementación de la metodología 5s. y VSM, herramientas del Lean Manufacturing. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2013.

El objetivo de la investigación fue el reducir las actividades y los tiempos que no suman valor, para así poder ser adecuadas a las mejoras exigentes del mercado actual, de acuerdo a la calidad de vida de la persona. Por lo cual se procedió a realizar un mapeo de la cadena de valor de la empresa, en el cual se identificó y se cuantificó diferentes tipos de residuos en función de actividades que añaden valor, el cual permitida identificar el área clave del sistema productivo, en el que se implementara la correcta metodología 5s. Se analizó el área de máquinas herramientas en el cual se ejecutaron tareas de selección, orden y limpieza, para así poder alcanzar la mejora de los estándares de la empresa. Y así lograr un desarrollo autónomo de los trabajadores.

En conclusión, al implementar esta metodología se logró incrementar la eficiencia en un 15% en las actividades de producción, un logro aprovechar el espacio físico de 91.7m², se incrementaron en las utilidades a un 8.37%, el cual genero beneficios a los trabajadores, demostrando que el proyecto es factible tanto en lo social, técnico y económico.

Tomando como base esta investigación se obtiene una mejora continua en la empresa, mejorando su productividad en base a la adecuada metodología para mejorar la calidad.

REVELO. Mejoramiento de la productividad mediante la implementación de herramientas del estudio del trabajo en la industria Pauligi de la ciudad de Ibarra. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Ibarra, Ecuador. Universidad técnica del norte 2013.

El objetivo de la investigación fue de llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de Granola, en el cual su proceso de operación es en gran parte manual, por lo cual requiere un estricto control de tiempo y movimiento al realizar las operaciones para evitar atrasos que generen costos. Establecer un tiempo estándar a las operaciones que se ejecutan en la producción de granola, pues ayuda a programar eficientemente la producción.

En conclusión, al implementar un estudio de trabajo, se pudo detectar operaciones críticas, y así poder tomar decisiones óptimas para mejorar el tiempo de producción. Se logró incrementar la productividad en un 2,61%, su índice de productividad promedio total fue de 1,12%, índice de productividad de mano de obra promedio fue de 25,17%, y su índice de productividad de la materia prima promedio fue de 1,21%.

Tomando como base esta investigación se puede garantizar un mejor rendimiento al realizar un estudio de tiempo y movimiento que mejore el control de las operaciones disminuyendo los tiempos de espera y así poder optimizar la función del operario.

CURILLO. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Comercial. Cuenca, Ecuador. Universidad politécnica salesiana sede Cuenca 2014.

El objetivo de la investigación fue el análisis de la productividad en la empresa FACOPA, realizando un estudio el cual mejore la labor productiva utilizando sus propios recursos de los cuales se puedan obtener resultados positivos a largo plazo. Para ello se debe plantear el problema actual de la empresa, dar una evaluación en el proceso para poder mejorar la productividad.

En conclusión, eliminando los tiempos innecesarios al utilizar el horno panorámico de 2 bandejas se redujo de 638 minutos a 599 minutos lo cual incrementó su productividad a 4.38%, en el horno industrial de 4 bandejas se redujo de 2911 minutos a 2845 minutos lo cual incremento su productividad a 11.11%, y en el horno industrial de 6 bandejas se redujo de 4151 minutos a 4086 minutos lo cual incremento su productividad a 0.84%.

De acuerdo a esta investigación los métodos que realiza, es para mejorar la productividad de la empresa, mediante análisis de tiempo, análisis de productos defectuosos, evaluación de costos de productividad.

MONTENEGRO. Estudio del proceso de elaboración de señalización vertical y su incidencia en los niveles de productividad de Publical S.A. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Amboto, Ecuador. Universidad Tecnológica Indoamérica 2017.

El objetivo de la investigación es el incrementar la productividad en el proceso de elaboración de señalización vertical de la empresa, como también el obtener el tiempo estándar de un ciclo completo por elaboración.

En conclusión, al realizar los 4 procesos con 30 actividades distribuidas y fáciles de seguir en orden secuencial, se obtuvo un tiempo estándar de 39,8 días de ciclo completo para elaborar 1800 unidades de promedio. Y con un índice de participación del 56,18% por parte del proceso de Pegado de señales viales en placas metálicas, siendo el más significativo de todos y los 3 restantes menores a 20% de participación de todo el proceso. El índice de productividad más representativo son los tiempos de elaboración de los procesos de señalización vertical, con un 70,07% de participación el cual incide en la entrega a tiempo de los productos.

Tomando como base esta investigación se puede garantizar un mejor resultado al calcular el tiempo estándar de un ciclo completo de un día de trabajo, y así también poder mejorar los tiempos de producción e incrementar la productividad.

CARLOSAMA. Diseño e implementación de métodos y herramientas del estudio del trabajo en la línea de ensamble de motos Loncin modelo LX110-4III, para el mejoramiento de productividad de la empresa Prointer S.A. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Ibarra, Ecuador. Universidad técnica del norte 2017.

El presente trabajo tenía como objetivo el realizar un estudio del trabajo para mejorar la productividad en el proceso de ensamblaje de la motocicleta LONCIN modelo LX110-4III, con el levantamiento de procesos, división de operaciones, cronometraje, diagramas de procesos, cálculo de tiempo estándar y diagramas causa-efecto que determinó los factores que pueden ser cambiados o eliminados.

En conclusión, al haber realizado la mejora propuesta reduciendo el transporte, se aprovechó al 90% la jornada laboral, la cual anteriormente era el 60%, reduciendo así en función a la cantidad proyectada, del 24% de los CKD'S se redujo a un 5% las cuales se consideraban materia prima. Se incrementó en un 30% la eficiencia de la producción, el costo de mano de obra directa se redujo en 6,47 dólares por motocicleta y se incrementó 11 motocicletas ensambladas por persona al mes.

Esta investigación permitió conocer más de cerca la aplicación del estudio del trabajo, realizando un estudio de métodos mediante diagramas y estudio de tiempos para poder obtener una mejor productividad reduciendo las actividades que no son necesarias para el ensamblaje de motocicletas.

- **A nivel nacional:**

ARANA. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Lima, Perú. Universidad San Martín de Porres 2014.

El objetivo de la investigación fue la mejora continua, aplicando herramientas tales como Brainstorming, 5W, AMFE, 5S, QFD, Taguchi, Gráficas de Control de Calidad, apoyadas como base en la metodología del ciclo PHVA (planifique, haga, verifique,

actuó), que permita mejorar la productividad en el área de producción de línea de carteras.

En conclusión, al realizar el estudio de tiempos con la nueva maquinaria obtenida y utilizando los mismos tiempos de la mano de obra, se logró obtener una reducción de tiempo de fabricación de producto, de 110.05 min a 92.08 min, lo cual significa una mejora del 16%. También se redujo la productividad a un 1.01% mejorando su efectividad a corto plazo, la cual se incrementó a un 31%.

En esta investigación para alcanzar la eficiencia en la productividad, se debe realizar una inversión que permita obtener nueva tecnología la cual permita que el trabajo se realice el menor tiempo posible y así aumentar la producción de carteras.

TORRES. Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú 2014.

El objetivo de la investigación fue el incrementar la productividad aplicando la metodología de reingeniería de procesos eliminando la fisura de stock y pérdidas monetarias ocasionadas por botellas defectuosas. Por lo cual se utiliza una metodología de 5 fases: Planificación, identificación actual, análisis actual, rediseño e implementación de nuevos procesos. Y para ello se utiliza una herramienta de ingeniería industrial adecuada para cada caso, las cuales permitirán el cálculo de los tiempos estándar a las actividades que puedan o no puedan agregar.

En conclusión, al realizar la investigación se logrará planificar la producción, eliminando la fisura de stock, también, se eliminarán los productos defectuosos y el tiempo se reducirá de 23.8 min a 17.4 min, por lo que habrá un incremento en la productividad. Con las alternativas propuestas para cada uno de los procesos de envasado, enchapado y etiquetado, no solo se logró reducir los productos defectuosos y eliminar los problemas

ergonómicos para el operario, sino que también, se espera incrementar su eficiencia en un 95%.

Esta investigación permite conocer más de cerca la aplicación de la reingeniería de métodos para mejorar la productividad, utilizando métodos de planificación, identificación, análisis y rediseño, para la mejora de proceso y así reducir los tiempos por cada ciclo de trabajo.

OROZCO. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones deportivas todo sport. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Chiclayo, Perú. Universidad Señor de Sipán 2015.

La metodología que se utilizara para mejorar el aumento de la productividad en el área de producción, es el de observar el proceso productivo de los diferentes artículos, realizando toma de tiempos, como también verificar el desempeño de los trabajadores y el trabajo en equipo.

En conclusión, la presente investigación se basa en el estudio de tiempos y herramientas de manufactura VSM y 5s las cuales se relacionan con los objetivos de la empresa. Permitiendo que la productividad parcial se incremente en un 6% aproximadamente en promedio en mano de obra y un 15% aproximadamente en la productividad global en el área de producción de la empresa.

De acuerdo a esta investigación las herramientas como la VSM y 5s. Contribuirá a la mejora de la productividad, al dar una capacitación y organización que pueda ser aplicará a los empleados, para que así se pueda reducir los tiempos y mejorar la productividad.

TORRES. Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Cajamarca, Perú. Universidad Privada del Norte 2016.

El objetivo de la tesis fue el mejorar los métodos de trabajo y estandarizar los tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa para así poder mejorar la productividad, para ello se utiliza la recolección y análisis de datos propias de las actividades de la empresa, guía de observación, el antes, durante y después de la implementación de las 5s. encuestas a los trabajadores del área de mantenimiento preventivo y análisis estadístico de todos los datos recopilados.

En conclusión, mediante la mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos se logró reducir el tiempo de los servicios de mantenimiento preventivo de 10000 km en 26.12% y 40000 km en 29.67%; Aumentó la producción en 35.29% en mantenimientos de 10000 km y 45.45%, en los de 40000 km; En la productividad, respecto a la mano de obra, se aumentó en un 35.29% mensual en el mantenimiento preventivo de 100000 km y 50% mensual en el mantenimiento preventivo de 40000 km.

Tomando como base esta investigación al obtener los tiempos estandarizados según tabla, se puede obtener los tiempos promedios para la mejora del servicio de mantenimiento y así lograr reducir los tiempos y aumenta la productividad en la mano de obra.

CHECA. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones sol. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Trujillo, Perú. Universidad Privada del Norte 2014.

El objetivo de la investigación fue el implementar una propuesta de mejora en el proceso productivo, incrementando la productividad en la línea de confecciones de polo en la empresa, para ello se aplicó el estudio de tiempo y métodos de trabajo, como también, gestión de almacén y distribución de planta. Posteriormente se procederá a realizar la recolección de datos actuales antes del estudio, las cuales proporcionaron información detallada de cada una de las actividades y de esta forma detectar los problemas presentes. Luego mediante el estudio de tiempo y método de trabajo se realizará una propuesta de mejora con la finalidad de estandarizar los tiempos productivos.

En conclusión, al utilizar estas herramientas se aplicó satisfactoriamente la meteorología seleccionada se logrando incrementar la productividad de línea de polos básicos a 90.68%, es decir una producción semanal de 759 prendas. Al final del proceso productivo se obtuvo un incremento de 58.04% de la productividad inicial.

De acuerdo a esta investigación las herramientas utilizadas son adecuadas para estandarizar los tiempos productivos, disminuir tiempos innecesarios, para incrementar la productividad en la línea de confecciones de polos.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Estudio del Trabajo

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. (Kanawaty, 1996, p. 9)

Según Kanawaty (1996, p. 21), los procedimientos básicos del estudio del trabajo son:

- 1) Seleccionar** el trabajo o proceso que se estudiará.
- 2) Registrar** todos los datos necesarios de la tarea o procesos, luego utilizar la técnica más adecuada y acondicionar los datos para poder analizarlos.
- 3) Examinar** los hechos registrados, justificar lo que se realiza, según el propósito de la actividad, el lugar donde se lleva a cabo, el orden de ejecución y quien lo ejecuta, y el método empleado.

- 4) **Establecer** el método más económico, utilizando las diversas técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas.
- 5) **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método realizando una comparación en la cantidad de trabajo necesario y los tipos de tiempos.
- 6) **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente, presentar dicho método, ya sea escrito o verbal a las personas idóneas utilizando demostraciones.
- 7) **Implantar** el nuevo método con las personas interesadas, como practica aceptada con el tiempo fijo.
- 8) **Controlar** la aplicación de la nueva norma siguiendo resultados y compararlo con los objetivos.

Por lo tanto, para Kanawaty (1996), estas son las ocho etapas fundamentales para el estudio del trabajo.

Para el desarrollo del estudio del trabajo existen dos técnicas: El estudio de métodos y la medición de trabajo o estudio de tiempo.

1.3.1.1 Estudio de métodos

El estudio de métodos busca simplificar las tareas y conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos que originen incrementos en la productividad y así establecer un tiempo estándar que se convierta en una norma de rendimiento preestablecido. (García, 2005, p. 33)

- **Objetivos del estudio de métodos**

Para García (2005, p. 35), entre sus objetivos principales son:

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo.
- Economizar el esfuerzo y reducir la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obras.
- Aumentar la seguridad.
- Crear mejor condición de trabajo.
- Hacer más rápido, sencillo y seguro el trabajo.

- **Procedimiento del estudio de métodos**

También García (2005, p. 36), indica que este método consta de los siguientes pasos:

- Seleccionar el trabajo a mejorar.
- Registrar los detalles del trabajo.
- Analizar los detalles del trabajo.
- Desarrollar un nuevo método de trabajo.
- Instruir a los operarios en el nuevo método.
- Aplicar el nuevo método de trabajo.

Seleccionar el trabajo que se debe mejorar

Según García (2005, p. 36), indica que como no se puede mejorar todos los aspectos del trabajo al mismo tiempo en la empresa, lo primero que se debe hacer es el seleccionar el trabajo que se quiere mejorar, las cuales son:

- 1) **Desde el punto de vista humano.** los primeros trabajos cuyos métodos deben mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes.

- 2) **Desde el punto de vista económico.** En segundo lugar, se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor sea elevado al costo del producto terminado. También se debe considerar los trabajos repetitivos, ya que, al conseguir poca economía en cada uno, se logrará un resultado agradable.
- 3) **Desde el punto de vista funcional del trabajo.** Finalmente se debe considerar los trabajos que generen cuello de botella el cual retrasa el trabajo.

Registrar los detalles del trabajo

Según García (2005, p. 37), para mejorar el trabajo, se debe saber en qué consiste, por ello, debemos registrarlo por observación directa, es decir, se debe registrar los detalles en forma escrita clara y concisa.

No perder de vista en los registros los hechos y detalles de trabajo que faciliten el análisis.







Para registrar el proceso de fabricación se utiliza el diagrama de análisis de procesos, de procesos de operaciones, de flujo, de recorrido y de hilos.

Para el registro de relación hombre-máquina se utiliza el diagrama hombre-máquina (cuadrilla), de proceso de grupo, y para registrar las operaciones del trabajador se usa el diagrama de proceso bimanual.

Diagrama de procesos

Es una herramienta de análisis el cual utiliza símbolos los cuales indican los pasos de un proceso o procedimiento que se registran en secuencia de actividades, además incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis (García, 2005, p. 42).

Tabla 6: Diagrama de procesos

SINBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE PROCESO		
NOMBRE	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
Operación		Se produce o se realiza algo.
Inspección		Se verifica calidad o cantidad de producto.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenamiento		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

Fuente: Estudio del trabajo. 45pp.

Diagrama bimanual

Es un diagrama que muestra los trabajos que son realizados con la mano izquierda y con la mano derecha, y la relación que existe entre ellos. Este diagrama sirve para estudiar las operaciones repetitivas donde se registra un solo ciclo completo de trabajo (García, 2005, p. 79).

1.3.1.2 Estudio de tiempos

Es un método de investigación basado en la aplicación de diferentes técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglos a una norma preestablecida (García, 2005, p. 177).

- **Objetivos del estudio de tiempo**

Dos son los objetivos que podemos satisfacer con la medición:

- a) Incrementar la eficiencia del trabajo.
- b) Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otro sistema de la empresa, costo de programación de la producción y supervisión.

Aplicación de la medición del trabajo:

Para poder entender mejor los objetivos y las aplicaciones de medición en el trabajo, a continuación, se ofrecen las siguientes definiciones:

Medición del trabajo

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, el cual indica el resultado del esfuerzo físico realizado de acuerdo al tiempo determinado a un trabajador para terminar una tarea específica, siguiendo un ritmo y método ya establecido (García, 2005, p. 179).

El objetivo es determinar el tiempo estándar, el cual es medir la cantidad de trabajo humano necesario para producir un producto.

Tiempo Observado

Denominado así, aquel que es visualizado donde el operario ejecuta su labor diaria, pero no se toman como datos relevantes los siguientes: las paralizaciones realizadas por sus necesidades personales o descansos por fatiga dentro del proceso.

$$T_{observado} = T_{cronometrado}$$

Tiempo Normal (TN)

Tiempo en el cual un operador realiza una actividad u operación específica, a una velocidad estándar sin interrupción o demora por circunstancias personales o inevitables en el proceso. Se denomina al producto del tiempo observado por el factor de asignación por medio de una calificación.

$$(1) \quad TN = T_{observado} \times Fc$$

(Fc) denominado así, al **Factor de Calificaciones asignadas**, las cuales depende de dos factores menores directamente relacionados y descritos a continuación:

E= Factor de Esfuerzo y; H= Factor de Habilidad

La fórmula de aplicación es la siguiente:

$$(2) \quad Fc = 1 + E + H$$

Donde reemplazando (2) en (1) tendremos una fórmula de la siguiente manera:

$$TN = T_{observado} \times (1 + E + H)$$

Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, empleando un método y equipo estándar, por un trabajador que posea la habilidad requerida, que desarrolle una velocidad normal día tras día, sin mostrar síntoma de fatiga. (García, 2005, p. 179)

$$Ts = TN \times (1 + \text{Factor de suplemento})$$

Aplicación del tiempo estándar

Para García (2005, p. 179 - 180), las aplicaciones del tiempo estándar son múltiples, entre las cuales tenemos las siguientes:

- 1) Para determinar el salario devengable por esa tarea específica.** Convertir el tiempo en valor monetario.
- 2) Apoyar a la planeación de la producción.** Los problemas de producción y ventas se deben basar en los tiempos estándar luego de aplicar la medición de trabajo a los procesos respectivos, los cuales eliminarán cualquier planeación defectuosa basada en conjeturas.
- 3) Facilita la supervisión.** Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos, mediante los tiempos de producción permiten lograr la coordinación de estos elementos.
- 4) Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos.** Además de indicar lo que se puede producir en un día de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- 5) Ayuda a establecer las cargas de trabajo.** Facilita la coordinación de los obreros y las máquinas, como también proporciona a la gerencia bases para una inversión futura para adquirir máquinas y equipos.
- 6) Ayuda a formular un sistema de costos estándar.** El tiempo estándar al multiplicarse por la cuota fija por hora, nos da el costo de mano de obra directa por pieza.
- 7) Proporciona costos estimados.** Con base de los tiempos estándar con mano de obra se puede presupuestar el costo de artículos que se desea producir y cuyas operaciones se asemejen a las actuales.

- 8) **Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control.** Se eliminarán conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayuden a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida.
- 9) **Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores.** Los tiempos estándar son la forma de demostrar a los supervisores la forma en que los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

1.3.2 Productividad

Para Prokopenko (1989), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Se define como el uso eficiente de recursos – trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información – en la producción de diversos bienes y servicios.

Esto se representa con la fórmula:

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad}$$

Eficiencia

Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. La eficiencia se expresa haciendo un buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. (García, 2011, p.30)

Su fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Insumos programados}}{\text{Insumos Utilizados}} \times 100\%$$

Eficacia

Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. La eficacia se expresa en el resultado de la realización de un producto en un periodo definido. (García, 2011, p.30)

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta} \times 100\%$$

Efectividad

Es la relación entre eficiencia y eficacia. El índice de efectividad expresa una buena combinación de la eficiencia y eficacia en la producción de un producto en un periodo definido. (García, 2011, p30)

$$Efectividad = Eficiencia \times Eficacia$$

Factores del mejoramiento de la productividad

El mejoramiento de la productividad depende de la medida en que se pueden identificar y utilizar los factores principales del sistema de producción social. En relación con este aspecto, conviene hacer una distinción entre tres grupos principales de factores de productividad, según se relacionen con: el puesto de trabajo, los recursos y el medio ambiente. (Prokopenko, 1989, p. 9)

Para ello existen dos categorías principales de factores de productividad:

Internos (controlables)

Externos (no controlables)

Factores internos de la productividad de la empresa

Los factores internos se clasifican en dos grupos los cuales son:

Los factores duros en los que se encuentran; los productos, el equipo, la tecnología y las materias primas.

Los factores blandos en los que se encuentra; la fuerza de trabajo, los sistemas y organizaciones, los métodos de trabajo y los estilos de dirección.

Factores duros:

Producto

El factor producto indica el grado en que el producto satisface la necesidad de la producción. El “valor de uso” es el dinero que el cliente está dispuesto a pagar por un producto de calidad determinada, esto de acuerdo a la mejora que se puede dar al diseño y a sus especificaciones. El “valor de lugar, tiempo y precio” del producto es la disponibilidad del producto en el lugar adecuado, en el momento oportuno y un precio razonable. El “factor volumen” aporta una mejor economía por medio del aumento del volumen de la producción. El factor costo-beneficio se realiza cuando se aumentan los beneficios logrados con el mismo costo o con la reducción del costo para obtener el mismo beneficio. (Prokopenko, 1989, p.11)

Planta y Equipo

Para Prokopenko (1989, p.11-12), es uno de los elementos centrales para mejorar la productividad mediante:

Un buen mantenimiento.

El funcionamiento de la planta y equipo en condiciones óptimas.

Aumentar la capacidad de planta anulando los estrangulamientos y la adopción de medidas correctivas.

Reducir los tiempos de parada y aumentar el uso eficaz de las máquinas y la capacidad de planta disponible.

Tecnología

La innovación tecnológica constituye un aumento de la productividad. Con ella se puede lograr un mayor aumento de bienes y servicios, un mejoramiento de la calidad, la inclusión de nuevos métodos de comercialización, todo ello mediante una mayor automatización y tecnología de información. (Prokopenko, 1989, p.12)

Materiales y energía

Para Prokopenko (1989, p. 12 - 13), implica el reducir el consumo de materiales y energía por mínima que sea, puede producir notables resultados. Estas fuentes vitales incluyen materia prima y los materiales indirectos. Entre los aspectos importantes se resaltan los siguientes.

Rendimiento del material: producción de productos útiles o de energía por unidad de material utilizado.

Uso de control de desechos y sobras.

Perfeccionar de los materiales mediante la elaboración inicial para mejorar la utilización en el proceso principal.

Empleo de materiales de categoría inferiores y baratos.

Sustitución de las importaciones.

Factores blandos:

Personas

Para Prokopenko (1989, p. 13 - 14), como principal recurso y factor central para mejorar la productividad, toda persona tiene una función importante que desempeñar como trabajador en una organización. Cada función tiene un doble aspecto: dedicación y eficacia.

La dedicación es el desempeño que la persona dedica a su trabajo. Las personas no solo difieren en su capacidad, sino también en su voluntad para trabajar. La motivación es básica en todo el comportamiento humano y, por tanto, también en los esfuerzos por mejorar la productividad.

La eficacia es la medida en que la aplicación del esfuerzo humano produce los resultados deseados en cantidad y calidad. Mediante la capacitación y el perfeccionamiento profesional se puede desempeñar un empleo productivo.

Organización y sistemas

Los conocidos principios de la buena organización, como la unidad de mando, la delegación y el área de control, tienen por objeto prever la especialización y la división del trabajo y la coordinación dentro de la empresa. Una organización necesita funcionar con dinamismo y estar orientada hacia objetivos y debe ser objeto de mantenimiento, reparación y reorganización de cuando en cuando para alcanzar nuevos objetivos (Prokopenko, 1989, p.14).

Métodos de trabajo

El método de trabajo tiene como finalidad lograr que el trabajo manual sea más productivo mediante el mejoramiento de la forma en que se realiza, los movimientos humanos que se llevan a cabo, las herramientas utilizadas, la distribución del lugar de trabajo, los materiales manipulados y las máquinas empleadas. Los métodos de trabajo se perfeccionan mediante el análisis sistemático de los métodos actuales, la eliminación del trabajo innecesario y la realización del trabajo necesario con más eficacia y menos esfuerzo, tiempo y costo (Prokopenko, 1989, p.15).

Estilos de dirección

No existe ningún estilo perfecto de dirección. La eficacia depende de cuándo, dónde, cómo y a quién aplica un estilo un gerente. Los estilos y las prácticas de dirección influyen en el diseño organizativo, las políticas de personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y el control operativos, las políticas de mantenimiento y compras, los costos de capital (capital de explotación y fijo), las fuentes del capital, los sistemas de elaboración del presupuesto y las técnicas de control de los costos (Prokopenko, 1989, p.15).

Factores externos que influyen en la productividad de la empresa

Se presenta una clasificación general de los tres grupos principales de factores macroeconómicos relacionados con la productividad.

Ajustes estructurales

Los cambios estructurales de la sociedad influyen en la productividad nacional y de la empresa independientemente de la dirección de las compañías. Sin embargo, en

largo plazo esta interacción es de doble sentido, ya que también los cambios de la productividad pueden modificar la estructura. Esos cambios no son sólo el resultado, sino también la causa del desarrollo económico y social. Estos cambios ayudan a mejorar la política estatal, contribuye a que la planificación de la empresa sea más realista y esté orientada hacia fines y ayuda a crear una infraestructura económica y social (Prokopenko, 1989, p.17).

Los cambios estructurales más importantes son:

Cambios económicos

Los cambios económicos más importantes guardan relación con las modalidades del empleo y la composición del capital, la tecnología, la escala y la competitividad (Prokopenko, 1989, p 18).

Cambios demográficos y sociales

Los cambios demográficos surgen cuando se trata de incrementar la productividad manteniendo los costos de producción, como también la limitada competencia sobre el salario que induce a productores a utilizar más mano de obra, esto lleva a que las personas busquen empleos en diferentes regiones (Prokopenko, 1989, p 20).

Recursos naturales

Los recursos naturales más importantes son la mano de obra, la tierra, la energía y las materias primas. Estos recursos son trascendentales para mejorar la productividad. (Prokopenko, 1989, p. 21)

Mano de obra

El ser humano es el recurso natural más valioso. Varios países desarrollados que carecen de tierra, energía y recursos minerales, han encontrado en el crecimiento de la población su fuente de crecimiento más importante, su capacidad técnica, educativa y formación. La inversión en esos factores mejora la calidad de la gestión y de la fuerza de trabajo. (Prokopenko, 1989, p. 21)

Tierra

La tierra exige una administración y política nacional adecuadas. (Prokopenko, 1989, p. 21)

Energía

La energía es el recurso siguiente por orden de importancia, ya que la oferta de energía influye en las combinaciones capital/trabajo y aumento o reducción de la productividad. (Prokopenko, 1989, p. 22)

Materias primas

Las materias primas son también un factor de productividad importante. Los precios de las materias primas están sujetos a fluctuaciones del mismo tipo que los precios del petróleo, aunque en formas menos extremas.

Cuando el costo de los materiales aumenta, la razón económica fundamental para reparar, reutilizar y reciclar se hace más apremiante, puesto que, aun cuando la productividad en el sentido estrictamente convencional es inferior para ese trabajo, resulta mucho menos caro para la sociedad en conjunto que comprar materiales nuevos. (Prokopenko, 1989, p. 22)

Administración pública e infraestructura

Para Prokopenko (1989, p.15), las políticas, estrategias y programas estatales repercuten fuertemente en la productividad por intermedio de:

Las prácticas de los organismos estatales.

Los reglamentos (como las políticas de control de precios, ingresos y remuneraciones).

El transporte y las comunicaciones.

La energía.

Las medidas y los incentivos fiscales (tipos de interés, aranceles aduaneros, impuestos).

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿De qué manera el estudio del trabajo mejorará la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo?

1.4.2 Problemas específicos

¿De qué manera el estudio del trabajo mejorará la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo?

¿De qué manera el estudio del trabajo mejorará la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación Práctica

El presente trabajo de investigación servirá para mejorar la productividad de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. mediante el estudio de trabajo, poniendo en práctica los conocimientos teóricos del Estudio de métodos y Estudio de tiempos y de esta manera tomar decisiones que ayuden a la mejora en la productividad en el área de mantenimiento, considerado como una de los puntos de demora en la empresa.

1.5.2 Justificación económica

Mediante el estudio del trabajo al reducir los tiempos en el área de mantenimiento, se podrá reducir los costos de demora de proceso por mantenimiento de artefacto, de este modo se podrá incrementar la productividad de la empresa y por ende la utilidad.

1.5.3 Justificación Social

Tiene relevancia social porque al mejorar los tiempos en el proceso de mantenimiento de electrodomésticos, se tendrá un mejor conocimiento de la metodología y así mejorar la satisfacción laboral, como también incrementar la productividad y economizar el esfuerzo humano.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Determinar como el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

1.6.2 Objetivos específicos

Determinar como el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

Determinar como el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis General

La aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

1.7.2 Hipótesis específicas

La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de estudio

Según Valderrama (2013, p. 164), el tipo de investigación es aplicada, porque se encuentra muy ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas, con la finalidad de generar bienestar a la sociedad, como también busca mejorar la situación actual de las personas que laboran en una empresa.

Por lo tanto, la investigación que se realizará a la empresa Electrónica Max es de tipo aplicada, porque al recolectar información y datos del trabajo que se realiza en el área de mantenimiento, se podrá identificar los tiempos de demora, como también el desempeño del trabajador al realizar el mantenimiento de un artefacto electrodoméstico, y así dar solución y reducir los tiempos de demora.

2.1.2 Nivel de investigación

Según Valderrama (2013, p. 173), la investigación se ubica en el nivel explicativo, porque esta dirigida a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, su interés es el explicar el por qué y en qué condiciones ocurren los fenómenos, esto por medio de la relación de causa-efecto.

Por lo cual, la investigación en la empresa Electrónica Max es de nivel explicativa, ya que al analizar la información y los datos obtenidos se podrá explicar las causas de los tiempos de demora en el área de mantenimiento y así poder indicar los puntos en donde ocurren las fallas y poder dar las soluciones del caso.

2.1.3 Enfoque de investigación

Según Valderrama (2013, p. 106), el enfoque de la investigación es cuantitativo ya que se caracteriza por usar la recolección y el análisis de los datos para contestar a la

formulación del problema de investigación; además, utiliza, los métodos o técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis.

Por lo tanto, el enfoque de la investigación en la empresa Electrónica Max es cuantitativa porque al recolectar todas las informaciones y datos obtenidos durante el análisis, se podrá determinar si el estudio a realizar a la investigación muestra coherencia con la hipótesis del problema a solucionar que se analizan mediante el análisis estadístico.

2.1.4 Diseño de investigación

Según Valderrama (2013, p. 65), el diseño de la investigación es cuasi-experimental, porque utiliza procedimientos aleatorios, teniendo en cuenta ciertas variables, tales como: nivel socioeconómico, rendimiento intelectual, animalidad, puntualidad, nivel cultural, etc. También manipulan al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes.

Esquema:

$$\mathbf{G: \quad O_1 - X - O_2}$$

Donde:

O₁ = datos de la productividad antes de la aplicación del estudio del trabajo.

X = aplicación del estudio del trabajo

O₂ = datos de la productividad después de la aplicación del estudio del trabajo.

Por lo cual, el tipo de diseño de investigación en la empresa Electrónica Max es cuasi-experimental, porque al obtener los datos de la productividad en el área de mantenimiento, se podrá realizar el estudio del trabajo de acuerdo al tipo de problema existente y de esta manera poder obtener una mejora en la productividad en el área de mantenimiento.

2.2 Variables de operacionalización

Según Valderrama (2013, p160), la operacionalización es el proceso mediante el cual se transforman las variables de conceptos abstractos a unidades de medición.

También nos dice que, las variables de operacionalización viene a ser la búsqueda de los componentes o elementos que constituyen dichas variables, para precisar las dimensiones e indicadores; estas operan mediante la definición conceptual.

2.2.1 Definición conceptual de variables

Variable independiente, cuantitativa: Estudio del trabajo

Es un método de investigación basado en la aplicación de diferentes técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglos a una norma preestablecida. (García, 2005, p. 177)

Variable dependiente, cuantitativa: Productividad

Para Prokopenko (1989), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Se define como el uso eficiente de recursos – trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información – en la producción de diversos bienes y servicios.

2.2.2 Definición conceptual de dimensiones

➤ Estudio de métodos

Para García (2005, p. 33), el estudio de métodos busca simplificar las tareas y conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos que originen incrementos en la productividad y así establecer un tiempo estándar que se convierta en una norma de rendimiento preestablecido.

El indicador a medir es:

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\%$$

IAV = Indicador de actividades que agregan valor

TAV = Total de actividades que agregan valor

TA = Total de actividades.

Con esta fórmula se puede apreciar la medición del indicador de actividades que agregan valor, el cual se obtiene calculando el total de actividades que agregan valor entre el total de actividades, luego se multiplica por cien para obtener el porcentaje. La finalidad de esta fórmula es aumentar el indicador de las actividades que agregan valor.

➤ **Estudio de tiempos**

Para García (2005, p. 177) es un método de investigación basado en la aplicación de diferentes técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglos a una norma preestablecida.

El indicador a medir es:

$$T_S = T_N \times (1 + \text{Factor de suplemento})$$

T_S = Tiempo estándar

T_N = Tiempo normal

Al realizar el estudio de tiempo se podrá determinar el tiempo necesario al realizar el mantenimiento de un artefacto de acuerdo a los datos obtenidos previamente en el análisis de métodos.

➤ **Eficiencia**

Según, Prokopenko (1989, p. 39) nos dice que, la eficiencia indica en qué grado el producto realmente necesario se genera con los insumos disponibles, así como el uso de la capacidad disponible. La medición de la eficiencia revela la relación entre producto e insumo y el grado de uso de los recursos comparado con la capacidad total (potencial).

El indicador a utilizar:

$$Eficiencia = \frac{Horas\ Utilizadas}{Hora\ programadas} \times 100$$

La finalidad de esta fórmula es calcular que tan eficiente es el proceso de mantenimiento con respecto a la cantidad de horas utilizadas que puede conseguir en el tiempo que se le ha programado.

➤ **Eficacia**

Para Prokopenko (1989, p.39) la eficacia compara los logros actuales con lo que sería realizable, si los recursos se administraran más eficazmente. Ese concepto incluye una meta de producción que alcanza una nueva norma de rendimiento, o producción potencial.

Su indicador es:

$$Eficacia = \frac{Servicios\ realizados}{Servicios\ programados} \times 100\%$$

La finalidad de esta fórmula es calcular que tan eficaz es el proceso de mantenimiento con respecto a la cantidad de servicios que se puede realizar con respecto a lo que se ha planificado.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES
PROYECTO DE INVESTIGACION CUANTITATIVO – EXPLICATIVO

TITULO: Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo – Lima, 2017

VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	ESTUDIO DEL TRABAJO	Es un método de investigación basado en la aplicación de diferentes técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglos a una norma preestablecida. (García, p. 177, 2005)	El estudio del trabajo se tiene que analizar los procesos de operación y medir los tiempos estándar de trabajo, para ello se aplica el estudio de métodos y el estudio de tiempos.	Estudio de Métodos	$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100$ IAV = Indicador de actividades que agregan valor TAV = Total de actividades que agregan valor TA = Total de Actividades	Razón
				Estudio de tiempo	$T_S = T_N \times (1 + \text{Factor de suplemento})$ $T_S = \text{Tiempo estandar}$ $T_N = \text{Tiempo normal}$	Razón
DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	Para Prokopenko (1989) la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Se define como el uso eficiente de recursos – trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información – en la producción de diversos bienes y servicios.	Para mejorar la productividad en el área de mantenimiento debe haber una óptima relación entre los productos, servicios o resultados alcanzados y el uso que se hace de los recursos, mediante la conjugación de la eficiencia y la eficacia.	Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	Razón
				Eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Servicios realizados}}{\text{Servicios programados}} \times 100$	Razón

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Según Arias (2012, p. 81), la población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.

Para el proyecto de investigación se tomará como estudio las órdenes de servicios de los artefactos ingresados durante 60 días en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

2.3.2 Muestra

Según Hernández (2014, p. 175), la muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Pocas veces es posible medir a toda la población, por lo que se obtiene o selecciona una muestra y, desde luego, se pretende que este subconjunto sea reflejado fielmente al conjunto de la población. Toda muestra debe de ser representativa.

En el presente trabajo de investigación la muestra para el estudio será igual a la población, es decir, se tomará los datos de las órdenes de servicios de los artefactos ingresados durante 60 días en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Por lo cual, no se aplicará la técnica de muestreo.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para Bernal (2016, p. 244 - 245), en la actualidad la investigación científica ofrece variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de una determinada investigación. Por lo cual, no todos los instrumentos o técnicas se aplican a toda investigación. Sin embargo, la tendencia es la aplicación de varios instrumentos que se complementen a las diferentes investigaciones. Por lo tanto, se reconoce la necesidad de la complementariedad de métodos y técnicas.

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

En el presente trabajo de investigación, la técnica utilizada para la recopilación de información es la observación directa de los trabajos que se realiza en el área de mantenimiento, el cual permitirá obtener los datos reales del proceso de mantenimiento de los artefactos, esto no permitirá obtener la información necesaria para el estudio.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Instrumentos para el estudio del trabajo

Diagrama de análisis de proceso de mantenimiento de los artefactos.

Diagrama bimanual al momento de realizar el mantenimiento del artefacto.

Formato de toma de tiempos del proceso de mantenimiento.

Utilización de cronometro para poder medir los tiempos del proceso de mantenimiento.

Instrumento para la productividad

Formato de las ordenes de servicios realizaros a los artefactos que ingresan para el mantenimiento.

2.4.3 Validación y confiabilidad del instrumento

Toda medición o instrumento de recolección de datos de reunir dos requisitos esenciales:

Validez

Según Bernal (2016, p. 246), un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado. La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos.

Confiabilidad

Según Bernal (2016, p. 246), se refiere a la consistencia de las puntualidades obtenidas por las mismas personas, cuando se las examina en distintas ocasiones con los mismos cuestionarios.

2.4.4 Validación

En la investigación, para aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo, 2018, la validación de los instrumentos de medición se realizó mediante el juicio de tres expertos en la especialidad de Ingeniería Industrial.

2.5 Metodología de análisis de datos

Para Hernández (2014, p. 272), el análisis de datos es cuantitativa y se lleva a cabo por computadora u ordenador. Ya casi nadie lo hace de forma manual ni aplicando formulas, en especial si hay un volumen considerable de datos.

Análisis descriptivo

Hueso y Cascant (2012, p. 38), sostienen que una vez recopilados los datos mediante la observación se debe realizar un análisis descriptivo mediante la organización, presentación y descripción numérica para finalmente obtener un resumen numérico mediante estadísticos muestrales o gráficamente.

Análisis inferencial

Para, Hueso y Cascant (2012, p. 67), sostienen que el análisis inferencial se utiliza para calcular la precisión con la que la muestra refleja ciertas características de la población, el objetivo que persigue es realizar estimaciones en un intervalo de confianza alrededor de un estadístico muestral, además, busca también realizar contrastes de hipótesis el cual consiste en realizar una prueba estadística o de significancia que indica el proceso mediante el cual decidimos si la hipótesis de investigación respecto de la población debe ser aceptada o rechazada.

2.6 Aspectos éticos

En conformidad a los reglamentos institucionales de grados y titulaciones de la Universidad Privada Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la escuela profesional de Ingeniería Industrial, el autor garantiza la veracidad y autenticidad de la información presentada de acuerdo al proceso de investigación, recurriendo a la utilización de fuentes bibliográficas citadas correctamente para deslindar cualquier copia parcial o total en la investigación. Como también se garantiza la confidencialidad de los datos proporcionados por la empresa que son presentados para el estudio en la presente investigación.

2.7 Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Situación actual

2.7.1.1 Descripción general de la empresa

ELECTRONICA MAX EIRL, es una empresa con 18 años de experiencia en la actividad servicios de mantenimiento y reparación de artefactos electrodomésticos en general, reparación y mantenimiento de equipos de sonido, sistemas de peritoneo e instalación de parlantes para música ambiental y asistencia técnica y otras, dedicada a brindar soluciones integrales de manera diferente y versátil a empresas de diversos sectores de la industria.

Base Legal

Razón social: Electrónica Max E.I.R.L.

Reconocimiento legal: Micro Empresa

Representante legal: Máximo Paredes Ayala

Actividad económica: reparación y mantenimiento.

Sector: Bienes y servicios

Contacto

E-mail: soporte@electronicamax.pe

Teléfono: (01) 225-9148

Localización

País: Perú

Provincia, Ciudad y Distrito: Lima, Lima y Surquillo

Dirección: Calle 8 Mz. Q Lt. 23A Urb. Villa Victoria

2.7.1.2 Plataforma Estratégica

Misión

La Misión de la empresa **ELECTRONICA MAX EIRL**, es proveer soluciones innovadoras en mantenimiento y reparación de artefactos, con un equipo de colaboradores altamente motivados y capacitados, generando permanente confianza y bienestar a nuestros clientes, contribuyendo de esta manera en el progreso de la sociedad y del país.

Visión

La visión de la empresa **ELECTRONICA MAX EIRL**, es ser reconocida como líder en el mercado de la actividad en mantenimiento y reparación de artefactos, de manera de transformarnos en colaboradores estrechos de nuestros clientes y proyectando una empresa en la que nuestros conocimientos sean una característica diferenciadora.

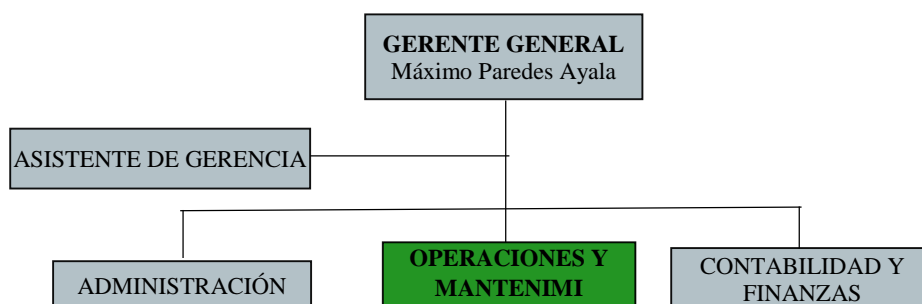


Figura 6: Organigrama de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.3 servicios realizados por la empresa

En la empresa Electrónica Max E.I.R.L. se realiza los servicios de reparación y mantenimiento en los electrodomésticos en línea Blanca, línea Marrón y línea Gris; en la tabla n° 7, se muestra los productos a los cuales se les realiza servicio.

Tabla 7: Categoría de electrodomésticos

LÍNEA DE ELECTRO DOMESTICOS	PRODUCTOS	INFÓRME GENERAL DE PRODUCTOS
LÍNEA BLANCA		Se refiere a los principales electrodomesticos vinculados a la cocina y limpieza del hogar.
LÍNEA MARRÓN		Es el conjunto de electrodomesticos viculados al sistemas de audio y video, como los reproductodes de DVD, TV, equipos de sonidos y demas.
LÍNEA GRIS		Es la linea de electrodomesticos que esta relacionado en el mundo de la informatica como ordenadores, celulares o impresoras.

Fuente: Elaboración propia

Los electrodomésticos a los cuales se realizan el servicio de reparación y mantenimiento en la empresa electrónica Max E.I.R.L son diversos, por lo cual en la tabla n° 8 se organizaron los productos por el orden de línea de electrodomésticos y la cantidad de orden de servicio (OS) por cada producto ingresado.

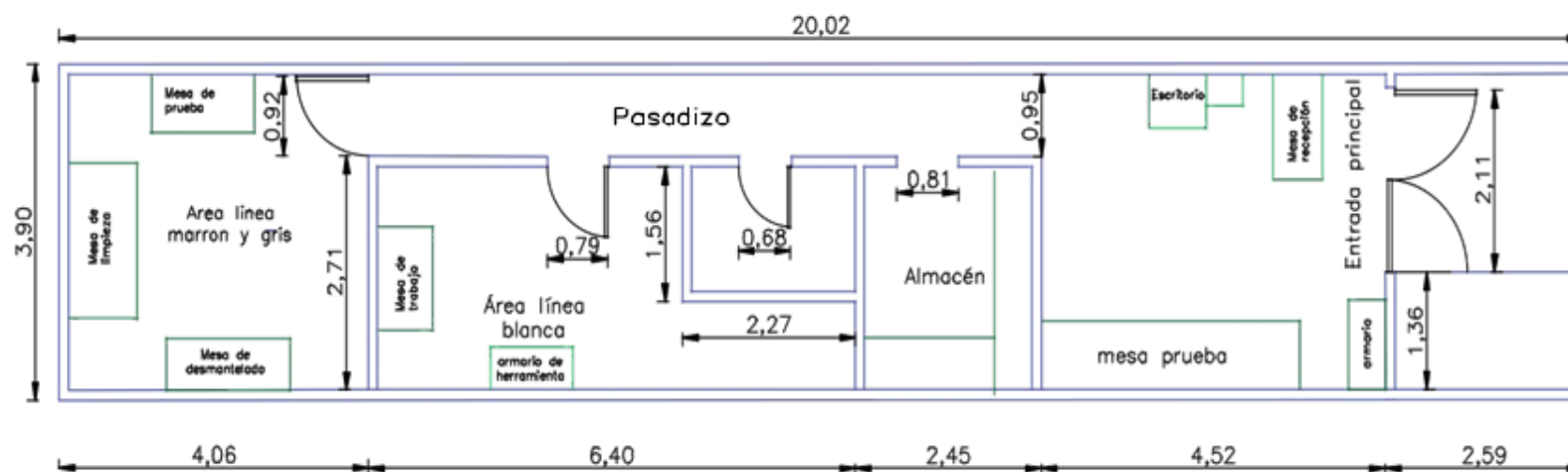
Tabla 8: Clasificación por línea de producto

LÍNEA	PRODUCTOS	OS	% por línea	% por sublínea
Blanca	Aire acondicionado	1	18.37%	0.68%
	Aspidadora	2		1.36%
	Hervidora	5		3.40%
	Horno microonda	2		1.36%
	Lavadora	1		0.68%
	Licuadora	10		6.80%
	Plancha	4		2.72%
	Refrigeradora	1		0.68%
	Secadora	1		0.68%
	Total	27		18.37%
Marron	Blu Ray	10	31.97%	6.80%
	Camara fotografica	5		3.40%
	Equipo de sonido	1		0.68%
	LCD/LED	1		0.68%
	Mini componente	1		0.68%
	Radio grabadora	5		3.40%
	Reproductor DVD	15		10.20%
	Televisor	9		6.12%
	Total	47		31.97%
Gris	CPU	30	49.66%	20.41%
	Celular	4		2.72%
	Escaner	1		0.68%
	Impresora	2		1.36%
	Juego de video	5		3.40%
	Laptop	15		10.20%
	Monitor	5		3.40%
	Multifuncional	1		0.68%
	Reproductor portatil	10		6.80%
	Total	73		49.66%
Total de OC:		147	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

El producto que ingresa al servicio técnico con mayor frecuencia por reparación o mantenimiento como se muestra en la tabla n° 8 es la CPU, ya que tiene una orden de servicio (OS) de 30 ingresos y un porcentaje de 20.41% en servicios.

2.7.1.4 Distribución de planta de la empresa



DISTRIBUCION DE PLANTA DE LA EMPRESA
ELECTRONICA MAX E.I.R.L.



medidas en metros (m)

Fecha: noviembre 2017

Figura 7: Distribución de planta de la empresa

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.5 Descripción del Área donde se realizará el proyecto de investigación

Área de Reparación y Mantenimiento

Es el área donde ingresan los artefactos electrodomésticos para ser examinados por el personal técnico, donde se da un diagnóstico del artefacto y de acuerdo al tipo de falla que presente se procede a realizar la reparación o el mantenimiento que necesite.

Selección del tipo de artefacto electrónico a realizar el servicio

Se decidió someter al estudio el mantenimiento de las Unidades de Procesamientos Centrales (CPU), dada la gran demanda que tiene este artículo en el mercado que obliga a las empresas de servicios técnicos contar con un estándar de tiempo que permita realizar en todas sus operaciones un trabajo organizado y sistematizado que aproveche de manera segura la utilización de las herramientas adecuadas para poder reducir los tiempos.

Descripción de la operación del mantenimiento, flujo y operaciones

Primero la CPU es llevada a la mesa de trabajo, después se retiran las tapas del chasis de la CPU para luego proceder al desmantelamiento de los componentes internos de la CPU para realizar la limpieza. Luego se produce la limpieza de cada uno de los componentes, los cuales son: la fuente de alimentación, memoria RAM, coolers, lectora de CD, el disco duro, microprocesador y la MAINBOARD (placa madre).

Descripción de la operación de mantenimiento

- Llevar la CPU a la mesa de trabajo.
- Manipular las herramientas adecuadas para el desmantelamiento del CPU.
- Quitar las tapas del chasis del CPU y examinar el interior del CPU y verificar la condición en la que se encuentra.
- Quitar todos los componentes internos del CPU.

- Proceso de limpieza de los componentes desmantelados.
- Proceso de ensamblado del CPU.
- Llevar a la mesa de prueba.
- Verificar el buen funcionamiento de la CPU.
- Llevar al área de almacenamiento.

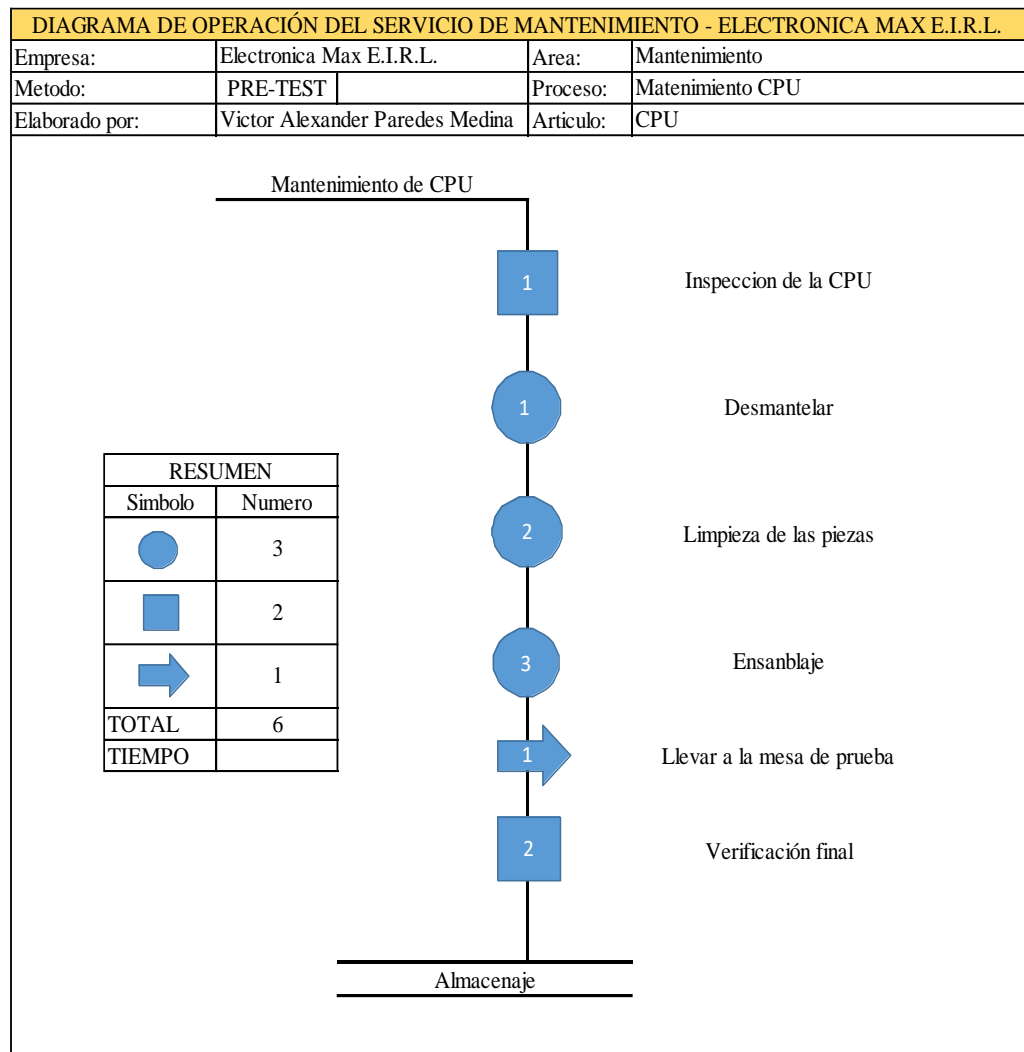


Figura 8: Diagrama de operación de proceso por servicio de mantenimiento de CPU

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama De Flujo

El diagrama de flujo que se obtuvo en la figura 9, es del proceso de mantenimiento de una CPU, realizado en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

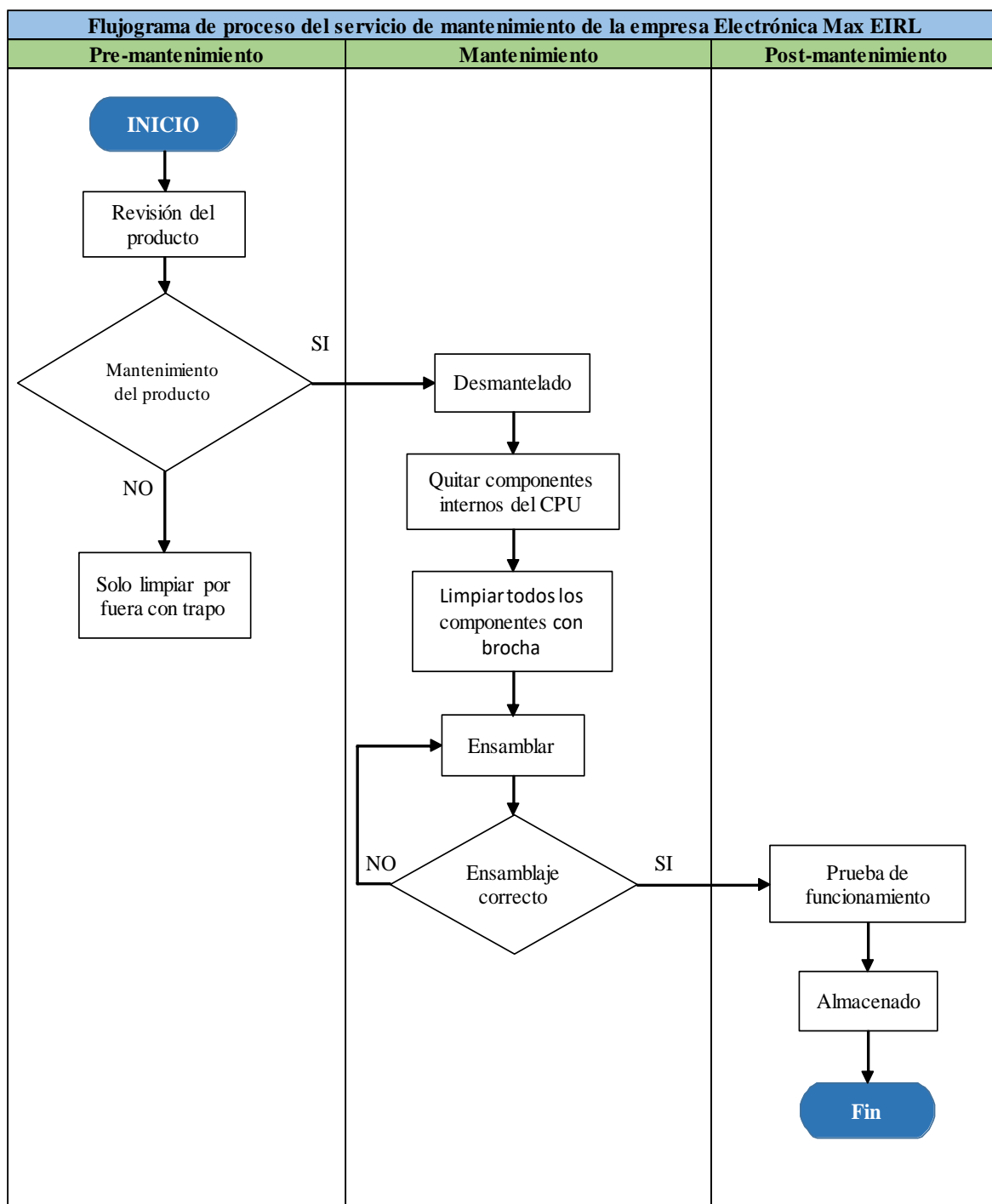














Figura 9: Diagrama de flujo del proceso de servicio de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Diagrama de flujo - mantenimiento de CPU

Simbología	Descripción
	Llevar la CPU a la mesa de trabajo
	Manipular las herramientas adecuadas para el desmantelado de la CPU
	Quitar las tapas del chasis del CPU y examinar su interior.
	Quitar los componentes internos del CPU.
	Proceder a la limpieza de cada componente.
	Demora en la limpieza por zonas de algunos componentes de difícil acceso.
	Colocar el microprocesador en el zócalo de la mainboard.
	Colocar encima del microprocesador la pasta refrigerante.
	Proceso de ensamblado.
	Revisión de la CPU.
	Llevar la CPU al almacén.
	Almacenado.

Fuente: Elaboración propia

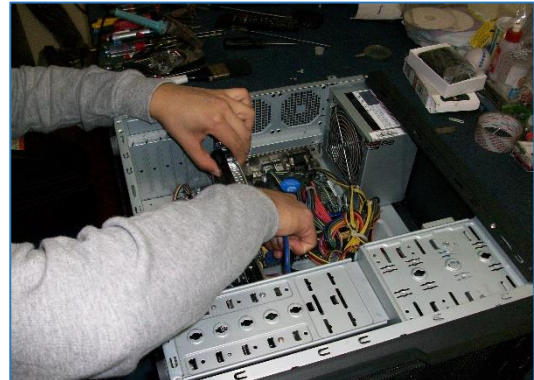


Figura 10: Proceso de mantenimiento CPU

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de recorrido inicial

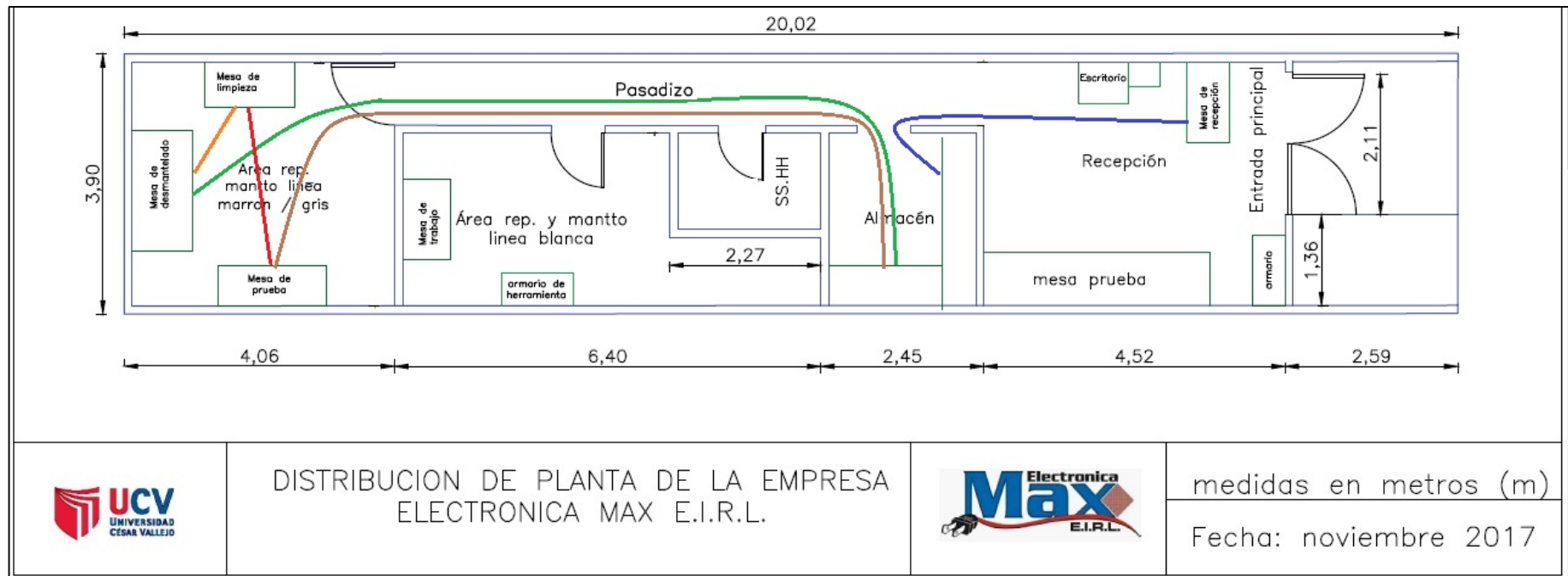



Figura 11: Diagrama inicial de recorrido

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la figura n° 11, se realizó el diagrama de recorrido inicial del proceso del servicio de mantenimiento de CPU, donde podemos apreciar que la distribución del lugar de trabajo no es el adecuado por lo que se puede notar recorridos innecesarios, que posteriormente en el DAP, se evidenciará mediante la distancia total recorrida.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE OPERACIONES

Tabla 10: Diagrama de análisis de procesos por servicio de mantenimiento

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS									
DIAGRAMA N°: 1		HOJA N°:	1	RESUMEN					
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico	ACTIVIDAD		OPERACIÓN	●	ACTUAL			
				TRANSPORTE	➔	95			
				ESPERA	⏸	4			
				INSPECCIÓN	■	-			
Actividad	mantenimiento de CPU			ALMACENADO	▼	5			
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			TOTAL		2			
Metodo	actual			DISTANCIA (m)		106			
Lugar	área de mantenimiento			TIEMPO (seg)		23.20			
Colaborador	David Erick					6328			
Fecha	30/08/2017								
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)	●	➔	⏸	■	▼	VALOR
1.- RECEPCIÓN DE PRODUCTO									
1	Revisar la CPU a ingresar		20						X
2	Coger la orden de servicio		10						X
3	Coger el lapicero		8						X
4	Anotar en la orden de servicio los datos del cliente		70						X
5	Anotar en la orden la marca, modelo y serie de la CPU		52						X
6	Llevar la CPU registrada al almacen	4.30	13						X
7	Colocar la CPU en almacen zona de productos por reparacion o mantenimiento		10						X
2.- MANTENIMIENTO DE PRODUCTO									
DESMANTELADO									
8	Llevar del almacén la CPU a la mesa de trabajo	8.40	14						X
9	Preparar las herramientas a utilizar		60						X
10	Colocar las herramientas en la mesa de trabajo		21						X
11	Coger el destornillador		8						X
12	Retirar los tornillos de las tapas la chasis del CPU		42						X
13	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		3						X
14	Colocar las tapas a un lado de la mesa		5						X
15	Examinar el interior de la CPU destapara		30						X
16	Desconectar los cables que conecta la mainboard con fuente de alimentacion		40						X
17	Desconectar el cable sata del Disco duro		5						X
18	Colocar el cable a un lado de la mesa		7						X
19	Desconectar el cable sata del lector de disco		5						X
20	Colocar el cable a un lado de la mesa		7						X
21	Coger el destornillador		5						X
22	Desatornillar y retirar el disco Duro del interior del chasis		25						X
23	Desatornillar y retirar el lector de disco del interior del chasis		32						X
24	Desatornillar y retirar la fuente de alimentacion del interior del chasis		44						X
25	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		6						X
26	Retirar la tarjeta de memoria RAM de la mainboard		10						X
27	Retirar la tarjeta de video de la mainboard		17						X
28	Retirar el cooler de la mainboard		16						X
29	Retirar el microprocesador de la mainboard		10						X
30	Coger el destornillador		8						X
31	Desatornillar y retirar la mainboard del interior del chasis		38						X
LIMPIEZA DE PIEZAS									
32	examinar la mainboard antes de limpiar		30						X
33	colocar la mainboard a un lado de la mesa		5						X
34	coger la brocha de 2"		6						X
35	limpiar con la brocha de 2" el interior y exterior de todo el chasis		384						X

36	Dejar la brocha de 2" en la mesa y coger la brocha de 1"	8	●						X
37	Limpiar con la brocha de 1" las partes internas faltantes del chasis	692	●					X	
38	Dejar la brocha de 1" y el chasis a un lado de la mesa	10	●						X
39	Coger la brocha de 2" y la mainboard	10	●						X
40	Limpiar con la brocha de 2" la mainboard	203	●					X	
41	Dejar la brocha de 2" en la mesa y coger la brocha de 1/2"	8	●						X
42	Limpiar con la brocha 1/2" las ranuras y los integrados de la mainboard	368	●					X	
43	Dejar la brocha de 1/2" y la mainboard a un lado de la mesa	11	●						X
44	Coger la brocha de 1" y la tarjeta de video	9	●						X
45	Limpiar con la brocha 1" la tarjeta de video	180	●					X	
46	Dejar la brocha de 1" y coger la brocha de 1/2"	8	●						X
47	Limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras y los integrados de la tarjeta de video	333	●					X	
48	Dejar la brocha de 1/2" y la tarjeta de video a un lado de la mesa	10	●						X
49	Coger la brocha de 2" y el cooler	8	●						X
50	Limpiar con la brocha 2" el cooler	102	●					X	
51	Dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"	8	●						X
52	Limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras del cooler	213	●					X	
53	Dejar la brocha de 1/2" y el cooler al un lado de la mesa	9	●						X
54	Limpiar con trapo parte superior del microprocesador	33	●					X	
55	Coger la brocha de 1/2" y la memoria RAM	8	●						X
56	Limpiar con la brocha de 1/2" la memoria RAM	34	●					X	
57	Dejar la brocha de 1/2" y la memoria RAM a un lado de la mesa	8	●						X
58	Coger la brocha de 1" y el disco duro	8	●						X
59	Limpiar con brocha de 1" el disco duro	54	●					X	
60	Dejar el disco duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos	9	●						X
61	Limpiar con brocha de 1" el lector de disco	35	●					X	
62	Dejar la brocha de 1" y el lector de disco a un lado de la mesa	9	●						X
63	Coger el destornillador y la fuente de alimentación	11	●						X
64	Desatornillar y retirar la tapa de la fuente de alimentación	23	●					X	
65	Examinar el interior de la fuente de alimentación	30	●						X
66	Coger la brocha de 2"	8	●						X
67	Limpiar con la brocha de 2" el interior de la fuente de alimentación	420	●					X	
68	Dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"	8	●						X
69	Limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras e integrados de la fuente de alimentación	615	●					X	
70	Dejar la brocha de 1/2" y coger el destornillador	9	●						X
71	Colocar la tapa en la fuente de alimentación	58	●					X	
ENSAMBLADO									
72	Colocar la mainboard en el interior del chasis	20	●					X	
73	Coger el destornillador	8	●						X
74	Atornillar la mainboard en el interior del chasis	25	●					X	
75	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	5	●						X
76	Colocar el microprocesador en el zocalo de la mainboard	14	●					X	
77	Coger la pasta de silicona refrigerante	8	●						X
78	Colocar la pasta de silicona encima del microprocesador	120	●					X	
79	Dejar la pasta de silicona aun lado de la mesa	8	●						X
80	Colocar el cooler encima del microprocesador	40	●					X	
81	Colocar la memoria RAM en la ranura DDR de la mainboard	13	●					X	
82	Colocar la tarjeta de video en la ranura PCI Express de la mainboard	15	●					X	
83	Coger el destornillador	8	●						X
84	Colocar y atornillar el disco Duro dentro del chasis	13	●					X	
85	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	4	●						X

86	Coger el cable sata		4	●						X
87	Conectar el cable sata del Disco Duro a la mainboard		11	●						X
88	Coger el destornillador		8	●						X
89	Colocar y atornillar el lector de discos dentro del chasis		15	●					X	
90	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		8	●						X
91	Coger el cable sata		5	●						X
92	Conectar el cable sata del lector de discos a la mainboard		10	●					X	
93	Coger el destornillador		6	●						X
94	Colocar y atornillar la fuente de alimentacion dentro del chasis		107	●					X	
95	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		7	●						X
96	Conectar los cables internos de la fuente a la mainboard		270	●					X	
97	Examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard		30					●		X
98	Coger el destornillador		8	●						X
99	Colocar las tapas del chasis y atornillar		156	●					X	
3.- PRUEBA DEL PRODUCTO										
100	llevar la CPU a la mesa de prueba	2.10	13		●				X	
101	conectar la CPU al monitor, mouses y teclado para la prueba		80	●					X	
102	encender la CPU		180	●					X	
103	realizar prueba de funcionamiento		340	●						X
104	apagar la CPU		120	●					X	
105	llevar la CPU al almacén	8.40	13		●					X
106	almacenaje		0					●		X
TOTAL		23.20	6328	95	4	-	5	2	47	59

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 10, en el diagrama de análisis se observa que el proceso de mantenimiento de la CPU tiene 106 actividades de las cuales, para realizar los procesos de recepción, desmantelado, limpieza, ensamblado y prueba de la CPU, se realizó 95 operaciones, 4 transportes, 5 inspecciones y 2 almacenaje. Además, la actividad de transporte hace un total de 23.20 metros de recorrido en total del servicio.

Además, con la implementación de las mejoras del proceso de servicio de mantenimiento de electrodomésticos y en general del mantenimiento de CPU, las actividades que agregan valor actualmente es de 47 y las actividades que no agregan valor es de 59.

Por lo tanto, el porcentaje del total de actividades que agregan valor en el servicio de mantenimiento es de:


$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{47}{106} = 44\%$$

En el caso de los tiempos improductivos o que no agregan valor es del 56% del total.

DIAGRAMA BIMANUAL

El diagrama bimanual que se obtuvo de la tabla n° 11, son todos los pasos que se realizan con la mano izquierda y derecha al realizar el mantenimiento de una CPU.

Tabla 11: Diagrama bimanual - mantenimiento de CPU

DIAGRAMA BIMANUAL DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO									
DIAGRAMA N° 01					DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO				
ARTICULO: CPU									
OPERACIONES: Mantenimiento									
LUGAR: Area de mantenimneto									
OPERARIO: Jorge Paredes Ayala									
FECHA: 14/08/2017									
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	➡	■	▼	●	➡	■	▼	DESCRIPCION MANO DERECHA
Llevar la CPU del almacen a la mesa de trabajo.		1				1			Llevar la CPU del almacen a la mesa de trabajo.
colocar en la mesa	1				1				colocar en La mesa
esperar			1		1				agarrar el destornillador
apoyar el destronillador con la mano y agarrar los tornillos				1	1				desatornillar los tornillos de las tapas del chasis
colocar los tornillos a un lado de la mesa		1				1			colocar el destornillador a un lado de la mesa
sacar la tapa izquierda y colocarla aun lado de la mesa	1	1				1			esperar
esperar			1		1	1			sacar la tapa derecha y colocarla a un lado de la mesa
esperar			1		1				desconectar los cables internos de la mainboard de los componentes
esperar			1		1				agarrar el destornillador
apoyar el destronillador con la mano y agarrar los tornillos	1			1	1				desatornillar los tornillos que sostienen la fuente de alimentacion con el chasis
colocar los tornillos a un lado de la mesa		1				1			colocar el destornillador a un lado de la mesa
esperar			1		1	1			sacar la fuente de alimentacion y colocar a un lado de la mesa
esperar			1		1				agarrar el destornillador
apoyar el destronillador con la mano y agarrar los tornillos	1			1	1				desatornillar los tronillos que sostienen al Disco Duro
colocar los tornillos a un lado de la mesa		1				1			colocar el destornillador a un lado de la mesa
esperar			1		1	1			sacar el Disco Duro y colocar a un lado de la mesa
esperar			1		1				agarrar el destornillador
apoyar el destronillador con la mano y agarrar los tornillos	1			1	1				desatornillar los tornillos que sostienen a la Lectora de Discos
colocar los tornillos a un lado de la mesa		1				1			colocar el destornillador a un lado de la mesa
esperar			1		1	1			sacar la Lectora de Discos y colocar a un lado de la mesa
soltar los enganches que sujetan la memoria RAM a la ranura	1				1	1			sacar la memoria RAM de la ranura de la mainboard y colocar a un lado de la mesa
soltar los enganches que sujetan la tarjeta de video a la ranura	1				1	1			sacar la tarjeta de video de la ranura de la mainboard y colocar a un lado de la mesa
soltar enganches que sujetan el cooler a la mainboard	1				1	1			sacar el cooler de la mainboard y colocar a un lado de la mesa
soltar enganche del zocalo de la mainboard que sujeta el microprocesador	1				1	1			sacar el microprocesador del zocalo de la mainboard y colocar a un lado de la mesa
esperar			1		1				agarrar el destornillador
apoyar el destronillador con la mano y agarrar los tornillos	1			1	1				desatornillar los tornillos que sujetan la mainboard con el chasis

colocar los tornillos a un lado de la mesa			1					1				colocar el destornillador a un lado de la mesa
sacar la mainboard del chasis y colocar a un lado de la mesa		1		1				1				sacar la mainboard del chasis y colocar a un lado de la mesa
esperar				1				1				coger la brocha para limpiar
con la mano sostener y girar el chasis para limpiar		1				1		1				limpiar con la brocha toda la parte interna del chasis
dejar el chasis a un lado de la mesa				1							1	mantener la brocha sostenida
con la mano sostener y mover la mainboard para limpiar		1				1		1				limpiar con la brocha la mainboard
dejar la mainboard a un lado de la mesa				1							1	mantener la brocha sostenida
con la mano sostener y mover el Disco Duro para limpiar		1				1		1				limpiar con la brocha el Disco Duro
dejar el Disco Duro a un lado de la mesa				1							1	mantener la brocha sostenida
con la mano sostener y mover la lectora de discos		1				1		1				limpiar con la brocha la lectora de discos
dejar la lectora de discos a un lado de la mesa				1							1	mantener la brocha sostenida
con la mano sostener y mover el cooler para limpiar		1				1		1				limpiar con la brocha el cooler
dejar el cooler a un lado de la mesa				1							1	mantener la brocha sostenida
con la mano sostener y mover la memoria RAM para limpiar	1					1		1				limpiar con la brocha la memoria RAM
dejar la memoria RAM a un lado de la mesa				1							1	mantener la brocha sostenida
con la mano sostener y mover la tarjeta de video para limpiar	1					1		1				limpiar con la brocha la tarjeta de video
dejar la tarjeta de video a un lado de la mesa				1						1		dejar la brocha a un lado de la mesa
agarrar el microprocesador	1							1				agarrar el trapo para limpiar
sujetar el microprocesador mientras se limpia						1		1				limpiar la parte superior del microprocesador que tiene residuos de cilicona
dejar el microprocesador a un lado de la mesa				1						1		dejar el trapo a un lado de la mesa
agarrar la fuente de alimentación y colocar a un lado de la mesa	1			1				1				agarrar el destornillador
apoyar el destornillador con la mano y agarrar los tornillos	1					1		1				desatornillar los tornillos de la tapa de la fuente de alimentación
colocar los tornillos a un lado de la mesa				1				1		1		sacar la tapa y colocar la tapa y el destornillador a un lado de la mesa
sostener la fuente mientras se limpia						1		1				agarrar la brocha y limpiar la parte interna de la fuente de alimentación
esperar					1					1		dejar la brocha a un lado de la mesa
sostener la fuente mientras se coloca la tapa						1		1		1		agarrar la tapa y colocarlo en la fuente de alimentación
colocar los tornillos mientras son atornillados	1							1				agarrar el destornillador y atornillar los tornillos a la fuente de alimentación
mover el chasis al centro de la mesa				1						1		colocar el chasis al centro de la mesa
agarrar la mainboard y colocar en el interior del chasis	1			1				1		1		agarrar la mainboard y colocar en el interior del chasis

agarrar los tornillos y sostenerlos mientras son atornillados	1			1	1				agarrar el destornillador y atornillar la mainboard al chasis
esperar				1		1			dejar el destornillador a un lado de la mesa
agarrar el microprocesador y colocarlo en el zocalo de la mainboard	1		1		1				apretar el enganche del zocalo de la mainboard
agarrar la pasta refrigerante	1				1				agarrar una pequeña paleta
echar la pasta en la paleta	1				1				la pasta en la paleta verter encima de la parte superior del microprocesador
dejar la pasta a un lado de la mesa		1				1			dejar la paleta a un lado de la mesa
ajustar los enganches del cooler con la mainboard	1				1		1		agarrar el cooler y colocarlo encima de microprocesador que se encuentra en la mainboard
ajustar los enganches de la ranura	1				1				colocar la memoria RAM en la ranura de la mainboard
ajustar los enganches de la ranura	1				1				colocar la tarjeta de video en la ranura de la mainboard
colocar el Disco duro dentro del chasis		1					1		esperar
agarrar los tornillos y sostenerlos mientras son atornillados	1			1	1				agarrar el destornillador y atornillar el disco duro al chasis
colocar la lectora de discos dentro del chasis		1						1	sujetar el destornillador
agarrar los tornillos y sostenerlos mientras son atornillados	1			1	1				atornillar la lectora de discos al al chasis
esperar			1			1			dejar el destornillador a un lado de la mesa
colocar la fuente de alimentacion dentro del chasis		1			1				colocar la fuente de alimentacion dentro del chasis
agarrar los tornillos y sostenerlos mientras son atornillados	1		1		1				agarrar el destornillador y atornillar la fuente de alimentacion al chasis
esperar			1			1			dejar el destornillador a un lado de la mesa
esperar			1		1				conectar los cables de los componentes a la mainboard
agarrar la tapa izquierda y colocar en el chasis	1	1						1	esperar
esperar			1		1	1			agarrar la tapa derecha y colocar en el chasis
agarrar los tornillos y sostenerlos mientras son atornillados	1			1	1				agarrar el destornillador y atornillar las tapas
esperar			1			1			dejar el destornillador a un lado de la mesa
agarrar el alcohol isopropilico para limpiar la CPU	1				1				agarrar el trapo y limpiar la CPU
colocar el alcohol isopropilico a un lado de la mesa		1				1			colocar el trapo a un lado de la mesa
conectar la CPU para las pruebas	1				1				conectar la CPU para las pruebas
llevar la CPU al almacen		1				1			llevar la CPU al almacen
RESUMEN									
METODO	ACTUAL			PROPUESTO					
	IZQ		DER	IZQ		DER			
OPERACIÓN	37		54						
TRANSPORTE	29		31						
ESPERA	17		2						
SUPERVISIÓN	21		7						
TOTAL	104		94						

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.6 Toma de tiempo (PRE-TEST)

Se realizó una toma de tiempo inicial del mes de noviembre del 2017, considerando sólo los 25 días laborables, para determinar el número de muestras que se requiere para establecer el tiempo estándar del proceso de productos básicos de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Tabla 12: Registro toma de tiempo mes de noviembre 2017

TOMA DE TIEMPO INICIAL - SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRONICA MAX E.I.R.L. - NOVIEMBRE 2017																																																			
Empresa:		Electrónica Max E.I.R.L.																Área:		Mantenimiento																															
Método:		PRE-TEST																Servicio:		mantenimiento de electrodomésticos																															
Elaboración:		Víctor Alexander Paredes Medina																Producto:		CPU																															
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS:SEGUNDOS																																																	
		día 1		día 2		día 3		día 4		día 5		día 6		día 7		día 8		día 9		día 10		día 11		día 12		día 13		día 14		día 15		día 16		día 17		día 18		día 19		día 20		día 21		día 22		día 23		día 24		día 25	
		min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg		
1	Recepción del producto	3	03	2	59	3	15	4	01	3	59	2	58	5	01	3	15	4	04	4	01	2	59	3	00	3	01	2	47	3	10	4	15	5	00	3	09	4	00	4	02	4	01	3	09	2	59	3	07	3	54
2	Desmantelado	6	45	7	15	6	38	8	03	6	50	7	20	6	55	6	50	6	49	7	10	8	03	8	01	6	48	7	11	6	58	6	49	8	03	7	18	8	01	6	56	6	40	6	45	7	09	6	55	8	07
3	Limpieza de piezas	66	03	65	49	65	55	66	08	65	59	65	49	66	04	65	57	65	56	66	08	65	49	65	57	66	03	66	01	66	10	65	59	65	12	66	04	65	58	65	49	65	53	66	02	66	03	66	09	66	01
4	Ensamblado	15	46	14	59	16	03	16	01	15	50	16	09	14	49	15	47	15	50	14	59	16	10	16	02	14	59	16	10	14	47	15	51	16	11	15	30	16	02	16	07	15	59	15	49	15	58	14	44	16	09
5	Prueba del producto	12	26	12	25	13	21	14	03	13	11	13	20	14	01	12	30	12	35	13	01	12	33	13	20	12	37	13	02	12	40	12	38	13	07	13	10	12	38	12	39	12	52	13	13	12	40	12	41	13	10

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS																									
		día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	día 8	día 9	día 10	día 11	día 12	día 13	día 14	día 15	día 16	día 17	día 18	día 19	día 20	día 21	día 22	día 23	día 24	día 25	PROM.
1	Recepción del producto	3.05	2.98	3.25	4.02	3.98	2.97	5.02	3.25	4.07	4.02	2.98	3.00	3.02	2.78	3.17	4.25	5.00	3.15	4.00	4.03	4.02	3.15	2.98	3.12	3.90	3.57
2	Desmantelado	6.75	7.25	6.63	8.05	6.83	7.33	6.92	6.83	6.82	7.17	8.05	8.02	6.80	7.18	6.97	6.82	8.05	7.30	8.02	6.93	6.67	6.75	7.15	6.92	8.12	7.21
3	Limpieza de piezas	66.05	65.82	65.92	66.13	65.98	65.82	66.07	65.95	65.93	66.13	65.82	65.95	66.05	66.02	66.17	65.98	65.20	66.07	65.97	65.82	65.88	66.03	66.05	66.15	66.02	65.96
4	Ensamblado	15.77	14.98	16.05	16.02	15.83	16.15	14.82	15.78	15.83	14.98	16.17	16.03	14.98	16.17	14.78	15.85	16.18	15.50	16.03	16.12	15.98	15.82	15.97	14.73	16.15	15.71
5	Prueba del producto	12.43	12.42	13.35	14.05	13.18	13.33	14.02	12.50	12.58	13.02	12.55	13.33	12.62	13.03	12.67	12.63	13.12	13.17	12.63	12.65	12.87	13.22	12.67	12.68	13.17	12.96

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 12 se puede apreciar los tiempos registrados en min:seg, luego se procedió a realizar los cambios de conversión de unidades de tiempos en minutos. La conversión se realizó de la siguiente manera:

Ejemplo: Desmantelado 6 min 45seg = $6 + (45/60) = 6.75$ min.

Luego se muestra los tiempos iniciales de los servicios de mantenimiento realizado en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. al realizar la conversión en el mes de agosto en minutos, se puede apreciar que el mayor tiempo corresponde al día 04 con 108.27 minutos, mientras el de menor tiempo corresponde al día 24 con 103.60 minutos.

Al realizar la comparación entre los dos días, se puede ver que la variación es de aproximadamente 5 minutos para el servicio de mantenimiento de las CPUs.

Tabla 13: *Calculo de numero de muestras*

CALCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS - SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRONICA MAX E.I.R.L.				
Empresa:	Electrónica Max E.I.R.L.	Área:	Mantenimiento	
Método:	PRE-TEST	Servicio:	Mantenimiento de electrodomésticos	
Elaborado por:	Víctor Alexander Paredes Medina	Producto:	CPU	
ITEM	ACTIVIDAD	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$
1	Recepción del producto	89.15	318.63	4
2	Desmantelado	180.00	1300.56	6
3	Limpieza de piezas	1646.50	108768.60	5
4	Ensamblado	392.40	6170.00	3
5	Prueba del producto	323.60	4199.04	4

Fuente: *Elaboración propio*

En la tabla n° 13, se realiza los cálculos de la toma de tiempos utilizando la fórmula de kanawaty para determinar la muestra requerida para luego poder obtener el tiempo estándar del servicio de mantenimiento realizado a las CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Estas muestras se toman de los tiempos iniciales del mes de agosto 2017, teniendo en cuenta solo los números tomados de las actividades de los servicios iniciales desde el primer día.

Tabla 14: Cálculo del promedio del tiempo observado total de acuerdo al tamaño de la muestra en el mes de noviembre 2017

ITEM	Actividad	Número de muestras						
		1	2	3	4	5	6	Promedio
1	Recepción del producto	5.01	4.04	4.15	5.00			4.55
2	Desmantelado	8.03	8.03	8.01	8.03	8.01	8.07	8.03
3	Limpieza de piezas	66.30	67.01	66.11	66.02	67.00		66.49
4	Ensamblado	17.09	17.10	17.09				17.09
5	Prueba del producto	13.21	13.20	14.01	13.20			13.41

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 14, se muestra el cálculo del promedio total de cada actividad del servicio de mantenimiento. El mayor número de muestras fue el 6 y el menor fue el 1, los tiempos de esta tabla son tomados de la tabla n° 12.

Luego de haber obtenido los tiempos observados se procederá a realizar el cálculo del tiempo estándar, para ello, se tiene utilizar la tabla Westinghouse y la tabla de suplementos.

En el siguiente cuadro se procederá a realizar los cálculos del tiempo estándar (PRE-TEST)

Tabla 15: Cálculo del tiempo estándar del servicio de mantenimiento (PRE-TEST)

CALCULO DEL TIEMPO ESTANDAR DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRONICA MAX E.I.R.L.												
Empresa:		Electronica Max E.I.R.L.						Área:	Mantenimiento			
Método:		PRE-TEST						Servicio:	Mantenimiento de electrodomesticos			
Elaborado por:		Víctor Alexander Paredes Medina						Producto:	CPU			
N°	ACTIVIDAD	PROMEDIO DEL TIEMPO	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR
			H	E	CD	CS			B	V		
1	Recepcion del producto	4.55	0.03	0	0.02	0	1.05	4.78	0.05	0.03	0.08	5.16
2	Desmantelado	8.03	0.03	-0.04	0	0	0.99	7.95	0.05	0.06	0.11	8.82
3	Limpieza de piezas	66.49	-0.10	-0.08	0	-0.02	0.80	53.19	0.09	0.11	0.20	63.83
4	Ensamblado	17.09	0.03	0	0	-0.02	1.01	17.26	0.05	0.08	0.13	19.50
5	Prueba del producto	13.41	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	14.48	0.05	0.06	0.11	16.08
Tiempo Total por el servicio de mantenimiento de 01 CPU (min)												113.39

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 15, se obtuvo un tiempo estándar total por el servicio de mantenimiento de 113.39 minutos es el tiempo requerido para el mantenimiento de una CPU.

2.7.1.7 Estimación de la productividad actual (PRE-TEST)

En este punto se tiene que realizar los cálculos de las unidades planificadas del servicio de mantenimiento de electrodomésticos en la empresa electrónica Max E.I.R.L., para ello se debe obtener la capacidad instalada.

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo labora c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 16: *Calculo de la capacidad instalada*

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST)			
NUMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABOR C/TRABAJADOR (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	CAPACIDAD INSTALADA O TEORICA
4	480	113.4	16.9

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla n° 16, se puede verificar que teóricamente se realizar 17 servicios de mantenimiento de CPUs.

Al obtener la capacidad instalada se podrá calcular el número real de los servicios programados en un día de trabajo, utilizando la siguiente formula:

$$\text{servicios programados} = \text{capacidad instalada} \times \text{factor de valoración}$$

Tabla 17: *Calculo de los servicios programados*

SERVICIOS DE CPUs PLANIFICADOS POR DÍA		
CAPACIDAD INSTALADA O TEÓRICA	FACTOR DE VALORACIÓN	UNIDADES PLANIFICADOS (servicios)
17	80%	13.60

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla n° 17, se obtuvo como resultado 14 servicios programados por el mantenimiento de CPUs al día.

Datos de la variable Dependiente

En estos primeros cuadros se tomaron como registros los datos obtenidos de la variable dependiente desde el mes de agosto hasta el mes de diciembre del 2017, para poder obtener un estimado de productividad en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Antes de realizar el registro de datos, se tiene que tomar en cuenta el cálculo de las Horas Utilizadas y las Horas programadas, que son:

$$\text{servicios realizados del día} \times \text{tiempo estandar} = \text{Horas Utilizadas}$$

Ejemplo:

$$13 \times 113.39' = 1474.07'$$

1474.07' serán las horas utilizadas en minutos.


$$\text{n}^\circ \text{ de trabajadores} \times \text{horas disponibles} = \text{Horas programadas}$$

Ejemplo:

$$4 \times 480 = 1920'$$


1920 serán las horas programadas en minutos.

Tabla 18: Productividad del mes de agosto 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia		$\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$		INDICADOR: Eficiencia		$\frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$	
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/08/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
2/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
3/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
4/08/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
5/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
7/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
8/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
9/08/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
10/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
11/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
12/08/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
14/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
15/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
16/08/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
17/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
18/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
19/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
21/08/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
22/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
23/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
24/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
25/08/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
26/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
28/08/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
29/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
30/08/2017	Feriado						
31/08/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
26 DIAS	302	364.00	82.97%	34243.78	49920	68.60%	56.91%


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Productividad del mes de setiembre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia		$\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$	INDICADOR: Eficiencia		$\frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$		
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
2/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
4/09/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
5/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
6/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
7/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
8/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
9/09/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
11/09/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
12/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
13/09/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
14/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
15/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
16/09/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
18/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
19/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
20/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
21/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
22/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
23/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
25/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
26/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
27/09/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
28/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
29/09/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
30/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
26 DIAS	302	364.00	82.97%	34243.78	49920	68.60%	56.91%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Productividad del mes de octubre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia $\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$				INDICADOR: Eficiencia $\frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas Programadas	Eficiencia	productividad
2/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
3/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
4/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
5/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
6/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
7/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
9/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
10/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
11/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
12/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
13/10/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
14/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
16/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
17/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
18/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
19/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
20/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
21/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
23/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
24/10/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
25/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
26/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
27/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
28/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
30/10/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
31/10/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
26 DIAS	290	364.00	79.67%	32883.1	49920	65.87%	52.48%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Productividad del mes de noviembre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia $\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$				INDICADOR: Eficiencia $\frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/11/2017	Feriado						
2/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
3/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
4/11/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
6/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
7/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
8/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
9/11/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
10/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
11/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
13/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
14/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
15/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
16/11/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
17/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
18/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
20/11/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
21/11/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
22/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
23/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
24/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
25/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
27/11/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
28/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
29/11/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
30/11/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
25 DIAS	288	350	82.29%	32656.32	48000	68.03%	55.98%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Productividad del mes de diciembre 2017 (PRE-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia		$\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$		INDICADOR: Eficiencia		$\frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$	
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Día	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/09/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
2/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
4/09/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
5/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
6/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
7/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
8/09/2017	Feriado						
9/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
11/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
12/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
13/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
14/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
15/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
16/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
18/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
19/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
20/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
21/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
22/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
23/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
25/09/2017	Feriado						
26/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
27/09/2017	13	14.00	92.86%	1474.07	1920	76.77%	71.29%
28/09/2017	12	14.00	85.71%	1360.68	1920	70.87%	60.74%
29/09/2017	10	14.00	71.43%	1133.90	1920	59.06%	42.18%
30/09/2017	11	14.00	78.57%	1247.29	1920	64.96%	51.04%
24 DIAS	278	336.00	82.74%	31522.42	46080	68.41%	56.60%

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.8 Análisis de las causas

A continuación, se presentan las principales causas que se identificaron antes en el diagrama de Ishikawa (Grafica N° 02).

Causa: Tiempos largos de mantenimiento

Los tiempos largos de mantenimiento es la principal causa del problema, como se muestran en la tabla n° 4 del cuadro de frecuencia y ponderado de nuestra problemática con un 24.14% esto se debe a los tiempos improductivos o que no agregan valor, con los datos obtenidos en el estudio de métodos se pueden identificar mediante el diagrama de actividades de procesos (DAP) en la tabla n° 10, en la cual se visualiza los tiempos que se tardan en realizar una actividad específica, se puede observar que las actividades que no agregan, es del 56%, al realizar el servicio de mantenimiento.

Causa: Métodos inadecuados de trabajo

En este caso, los métodos inadecuados de trabajo, tiene un porcentaje de 20.69% de nuestras causas del problema en la tabla n° 4 del cuadro de frecuencia y ponderado obtenido del hishikawa esto se debe a los métodos inadecuados de trabajo para realizar un servicio de mantenimiento, los cuales provocan los tiempos improductivos que a su vez son una de las causas que ocasionan la baja productividad en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Causa: Falta de abastecimiento de maquina

La falta de abastecimiento de maquina es también una de las principales causas del problema para el mantenimiento de los artefactos electrodomésticos, como se aprecia en la tabla n° 04 del cuadro de frecuencia y ponderado con un 17.24%, ya que si se implementada una maquina compresora de aire se reduciría los tiempos improductivos a su vez podrá realizar más rápido el trabajo de la limpieza de los artefactos y así reducir los tiempos de mantenimiento.





Causa: Actividades repetitivas

Las actividades repetitivas son también una de las principales causas que se muestra en la tabla n° 4 del cuadro de frecuencia y ponderado obtenidos del diagrama de hishikawa, con un 13.79%, se debe también a un mal método de trabajo, el cual también se puede visualizar en el DAP en la tabla n° 10, el cual se aplica la misma forma de trabajo al realizar el mantenimiento de un artefacto electrodoméstico, sin ningún orden o control.

2.7.2 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora se va a desarrollar a los artefactos electrónicos ingresados al área de mantenimiento a partir del estudio realizado en el pre test donde se realizó la toma de tiempos de productividad de los ingresos durante el mes de agosto desde el proceso de desmantelado, mantenimiento, ensamblado y prueba del artefacto. De los cuales se detectarán los principales problemas encontrados y así poder realizar la propuesta de mejora aplicando la medición de tiempos.

Tabla 23: Alternativas de solución de las principales causas

CAUSAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
tiempos largos de mantenimiento	Estudio de tiempos	
	Medición del trabajo	
Método inadecuado de trabajo	Estudio de métodos	
	Manual de procedimientos	
	Capacitación de procedimientos	
Falta de abastecimiento de maquina	abastecer de maquina	
	capacitación de procedimientos	
Actividades repetitivas	Manual de procedimientos	
	Capacitación de procedimientos	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 23, se muestra las causas seleccionadas como principales en el Ishikawa y también las alternativas de solución para cada una de las causas, de esta forma se podrá cumplir con el objetivo de la investigación.

2.7.2.1 Cronograma de actividades de Proyecto

ITEM	ACTIVIDADES	2017																2018																															
		AGOSTO				SEPTIEMBRE				OBTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4								
0	Informe de la situación actual de la empresa																																																
1	Recolección de datos e informe de la empresa																																																
2	Descripción del proceso de mantenimiento, identificar las actividades, toma de tiempos, DAP (PRE-TEST)																																																
3	PRE-TEST de la productividad, analisis de las causas principales																																																
4	Elaboarcion de la propuesta de mejora																																																
5	Identificar las alternativas de solución																																																
6	elaborar cronograma de actividad propuesta																																																
7	presentación del presupuesto																																																
8	Implementacion de la mejora del servicio de mantenimiento																																																
9	Estudio de métodos																																																
10	Estudio de tiempo																																																
11	Distribucion de planta																																																
12	capacitación del personal de trabajo																																																
13	Resultados de las Variables																																																
14	Recolección de datos, toma de tiempos, elaboración del DAP con metodo mejorado(POST-TEST)																																																
15	Analisis Económico Financiero																																																
16	Analisis del costo beneficio																																																
17	Resultados																																																
18	Analisis descriptivo																																																
19	Analisis inferencial																																																
20	Comprobación de hipotesis																																																
21	Discusión, Conclusión y Recomendación																																																
22	Redactar los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones																																																

Fuente: Elaboración propia

2.7.2.2 Presupuesto del Proyecto

Se presenta al gerente general el presupuesto total de S/. 1,286.00 y para la aprobación del mismo, por lo que puede proceder con la implementación del proyecto.

Tabla 24: Presupuesto del Proyecto

Recursos Humanos	
Descripción	Costo
Costo Horas - Hombre	S/370.00
Total	S/370.00
Recursos Materiales	
Descripción	Costo
Compresora de aire	S/550.00
Manguera 10 mts	S/50.00
Pistola de aire bg-8	S/18.00
cronometro Casio	S/50.00
USB 32GB	S/32.00
Lapiceros	S/6.00
Hojas de papel bond	S/20.00
Tinta para impresión	S/40.00
Cámara Sony	S/150.00
Total	S/916.00
PRESUPUESTO TOTAL	
Descripción Total	Costo Total
Recursos Humanos	S/370.00
Recursos Materiales	S/916.00
Total	S/1,286.00

Fuente: Elaboración Propia

2.7.3 Implementación de la Propuesta

2.7.3.1 Implementación del estudio de métodos

Para la implementación en el proceso de servicio de mantenimiento de CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., se procedió a desarrollar las 8 etapas método de Kanawaty del libro del a OIT.

➤ Etapa 1: Seleccionar

En este primer paso se selecciona el trabajo que se va a estudiar, como se mencionó en la propuesta de mejora, se ha seleccionado el área de mantenimiento en el cual se realiza los siguientes procesos que son: el desmantelado, mantenimiento, ensamblado y prueba. Para poder aplicar el estudio del trabajo se debe analizar el proceso más crítico el cual ocasiona el cuello de botella, en este caso el proceso de limpieza y mantenimiento de las piezas que conforman el CPU, el cual tiene menor cantidad de proceso, pero es el que determina la velocidad de proceso y el cual determina que las otras etapas de procesos sufran retrasos.

Cuello de botella 1 de limpieza y mantenimiento

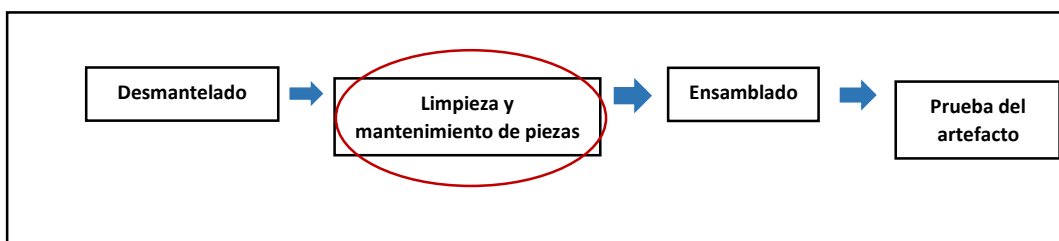


Tabla 25: Identificación del cuello de botella del servicio

ETAPA: SELECCIONAR - ESTUDIO DE METODOS - SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE CPU		
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO POR ACTIVIDAD
1	recepcion del producto	3.05
2	desmantelado	7.63
3	limpieza de piezas	66.58
4	ensamblado	15.77
5	prueba del producto	12.43

Fuente: Elaboración propia





















De acuerdo con la tabla n° 25 la limpieza de piezas de la CPU (66.05), es la actividad que demanda más tiempo de trabajo, a diferencia de las otras actividades, por lo cual es la que genera el cuello de botella.

➤ **Etapla 2: registrar**

Después de haber seleccionado el área que se va a estudiar y haber identificado el cuello de botella el cual provoca la demora del servicio de mantenimiento, se procede a registrar paso a paso todos los métodos utilizados al momento de realizar el proceso de mantenimiento de la CPU para así poder cumplir el objetivo de incrementar la productividad.

Para este primer registro se extrae el primer ítem de la lista de actividades de la tabla n° 25.

Tabla 26: Diagrama de actividad de procesos – Recepción de producto (PRE- TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS											
DIAGRAMA N°: 3			HOJA N°:	3	RESUMEN					<div></div> <div>Recepción</div> <div></div>	
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD		ACTUAL					
				OPERACIÓN		4					
				TRANSPORTE		1					
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0	<div>Recepción</div> <div></div>				
				INSPECCIÓN		1					
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO		1					
Metodo	actual			TOTAL						7	
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)	4,30		<div>Recepción</div> <div></div>				
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)	183						
Fecha	30/08/2017										
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR	
1.- RECEPCIÓN DE PRODUCTO											
1	Revisar la CPU a ingresar			20						X	
2	Coger la orden de servicio			10						X	
3	Coger el lapicero			8						X	
4	Anotar en la orden de servicio los datos del cliente			70						X	
5	Anotar en la orden la marca, modelo y serie de la CPU			52						X	
6	Llevar la CPU registrada al almacen		4.30	13						X	
7	Colocar la CPU en almacen zona de productos por reparacion o mantenimiento			10						X	
TOTAL			4.30	183	4	1	-	1	1	3	

Como se muestra en la tabla n° 26, la recepción de CPU, contiene en total 4 operaciones, 1 transporte, 1 inspección, y 1 almacenado, esto hace un total de 7 actividades. También se puede ver que hay 3 actividades que agregan valor y de las cuales 4 no agregan valor.

Por lo cual las actividades que agregan valor al servicio de limpieza de piezas tiene un porcentaje de:

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{3}{7} = 43\%$$

De las actividades que no agregan valor, su porcentaje es de 57%.

Tabla 27: Actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.



















ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR AL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - EMPRESA ELECTRÓNICA MAX E. I.			
2	Coger la orden de servicio	10	●
3	Coger el lapicero	8	●
6	Llevar la CPU registrada al almacen	13	●
7	Colocar la CPU en almacen zona de productos por reparacion o mantenimiento	10	▼

Fuente: Elaboración propia

En La tabla n° 27 muestra las actividades que no agregan valor en el proceso de recepción de CPU. Se encontraron 3 operaciones y 1 almacenaje de las cuales son las no agregan valor al tiempo de ejecución del servicio.

Para el siguiente registro se extrae de la tabla la actividad de desmantelado.

Tabla 28: Diagrama de actividades de procesos - Desmantelado (PRE-TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS										
DIAGRAMA N°: 4			HOJA N°:	4	RESUMEN				<div></div> <div></div> <div>Desmontaje</div>	
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD		ACTUAL				
				OPERACIÓN		22				
				TRANSPORTE		1				
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0				
				INSPECCIÓN		1				
				ALMACENADO		0				
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			TOTAL		24				
Metodo	actual									
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)	8.40					
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)	458					
Fecha	30/04/2018									
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR
DESMANTELADO										
8	Llevar del almacén la CPU a la mesa de trabajo		8.40	14						X
9	Preparar las herramientas a utilizar			60						X
10	Colocar las herramientas en la mesa de trabajo			21						X
11	Coger el destornillador			8						X
12	Retirar los tornillos de las tapas la chasis del CPU			42					X	
13	Dejar el destornillador a un lado de la mesa			3						X

14	Colocar las tapas a un lado de la mesa		5							X
15	Examinar el interior de la CPU destapara		30							X
16	Desconectar los cables que conecta la mainboard con fuente de alimentacion		40						X	
17	Desconectar el cable sata del Disco duro		5							X
18	Colocar el cable a un lado de la mesa		7							X
19	Desconectar el cable sata del lector de disco		5							X
20	Colocar el cable a un lado de la mesa		7							X
21	Coger el destornillador		5							X
22	Desatornillar y retirar el disco Duro del interior del chasis		25						X	
23	Desatornillar y retirar el lector de disco del interior del chasis		32						X	
24	Desatornillar y retirar la fuente de alimentacion del interior del chasis		44						X	
25	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		6							X
26	Retirar la tarjeta de memoria RAM de la mainboard		10						X	
27	Retirar la tarjeta de video de la mainboard		17						X	
28	Retirar el cooler de la mainboard		16						X	
29	Retirar el microprocesador de la mainboard		10						X	
30	Coger el destornillador		8							X
31	Desatornillar y retirar la mainboard del interior del chasis		38						X	
TOTAL		4.30	458	22	1	-	1	-	11	13

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 28, en el proceso de desmantelado de CPU, contiene en total 22 operaciones, 1 transporte y 1 inspección, esto hace un total de 24 actividades. También se puede ver que hay 11 actividades que agregan valor y de las cuales 13 no agregan valor.

Por lo cual las actividades que agregan valor al servicio desmantelado la CPU tiene un porcentaje de:

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{11}{24} = 46\%$$

De las actividades que no agregan valor, su porcentaje es de 54%.

Tabla 29: Actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.




















ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR AL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - EMPRESA ELECTRÓNICA MAX E. I. R.L.			
9	Preparar las herramientas a utilizar	60	●
10	Colocar las herramientas en la mesa de trabajo	21	●
11	Coger el destornillador	8	●
13	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	3	●
14	Colocar las tapas a un lado de la mesa	5	●
15	Examinar el interior de la CPU destapara	30	■
17	Desconectar el cable sata del Disco duro	40	●
18	Colocar el cable a un lado de la mesa	5	●
19	Desconectar el cable sata del lector de disco	7	●
20	Colocar el cable a un lado de la mesa	7	●
21	Coger el destornillador	5	●
25	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	6	●
30	Coger el destornillador	8	●

Fuente: Elaboración propia

En La tabla n° 29 muestra las actividades que no agregan valor en el proceso de limpieza de las piezas de la CPU. Se encontraron 13 operaciones y 1 inspección de las cuales son las que no agregan valor al tiempo de ejecución del servicio.

El siguiente registro se extrae de la lista de actividades de la tabla n° 24, es el servicio de limpieza de piezas de la CPU, el cual ocasiona nuestro cuello de botella por ser la actividad con mayor tiempo de ejecución del servicio.

Tabla 30: Diagrama de actividad de procesos – Limpieza de piezas (PRE- TEST)

Diagrama de actividad de procesos Limpieza de piezas (AL-1231)											
Diagrama N°: 5			Hoja N°:	5	Resumen					 	
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			Actividad			Actua				
				Operación		38					
				Transporte		0					
Actividad	mantenimiento de CPU			Espera		0		Limpieza			
				Inspección		2					
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			Almacenado		0					
Metodo	actual			TOTAL		40					
Lugar	área de mantenimiento			Distancia (m)							
Colaborador	David Erick			Tiempo (seg)		3995					
Fecha	30/08/2017										
Item	Descripción Actividad			Distancia (m)	Tiempo (seg)						Valor
Limpieza de Piezas											
32	Examinar la mainboard antes de limpiar				30						X
33	Colocar la mainboard a un lado de la mesa				5						X
34	Coger la brocha de 2"				6						X
35	Limpiar con la brocha de 2" el interior y exterior de todo el chasis				384					X	
36	Dejar la brocha de 2" en la mesa y coger la brocha de 1"				8						X
37	Limpiar con la brocha de 1" las partes internas faltantes del chasis				692					X	

38	Dejar la brocha de 1" y el chasis a un lado de la mesa		10	●						X
39	Coger la brocha de 2" y la mainboard		10	●						X
40	Limpiar con la brocha de 2" la mainboard		203	●					X	
41	Dejar la brocha de 2" en la mesa y coger la brocha de 1/2"		8	●						X
42	Limpiar con la brocha 1/2" las ranuras y los integrados de la mainboard		368	●					X	
43	Dejar la brocha de 1/2" y la mainboard a un lado de la mesa		11	●						X
44	Coger la brocha de 1" y la tarjeta de video		9	●						X
45	Limpiar con la brocha 1" la tarjeta de video		180	●					X	
46	Dejar la brocha de 1" y coger la brocha de 1/2"		8	●						X
47	Limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras y los integrados de la tarjeta de video		333	●					X	
48	Dejar la brocha de 1/2" y la tarjeta de video a un lado de la mesa		10	●						X
49	Coger la brocha de 2" y el cooler		8	●						X
50	Limpiar con la brocha 2" el cooler		102	●					X	
51	Dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"		8	●						X
52	Limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras del cooler		213	●					X	
53	Dejar la brocha de 1/2" y el cooler al un lado de la mesa		9	●						X
54	Limpiar con trapo parte superior del microprocesador		33	●					X	
55	Coger la brocha de 1/2" y la memoria RAM		8	●						X
56	Limpiar con la brocha de 1/2" la memoria RAM		34	●					X	
57	Dejar la brocha de 1/2" y la memoria RAM a un lado de la mesa		8	●						X
58	Coger la brocha de 1" y el disco duro		8	●						X
59	Limpiar con brocha de 1" el disco duro		54	●					X	
60	Dejar el disco duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos		9	●						X
61	Limpiar con brocha de 1" el lector de disco		35	●					X	
62	Dejar la brocha de 1" y el lector de disco a un lado de la mesa		9	●						X
63	Coger el destornillador y la fuente de alimentación		11	●						X
64	Desatornillar y retirar la tapa de la fuente de alimentación		23	●					X	
65	Examinar el interior de la fuente de alimentación		30				●			X
66	Coger la brocha de 2"		8	●						X
67	Limpiar con la brocha de 2" el interior de la fuente de alimentación		420	●					X	
68	Dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"		8	●						X
69	Limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras e integrados de la fuente de alimentación		615	●					X	
70	Dejar la brocha de 1/2" y coger el destornillador		9	●						X
71	Colocar la tapa en la fuente de alimentación		58	●					X	
TOTAL		4.30	3995	38	-	-	2	-	16	24

Fuente: Elaboración Propia

























Como se muestra en la tabla n° 30, el proceso de limpieza de las piezas de la CPU, contiene en total 38 operaciones y 2 inspecciones, esto hace un total de 40 actividades. También se puede ver que hay 16 actividades que agregan valor y de las cuales 24 no agregan valor.

Por lo cual las actividades que agregan valor al servicio de limpieza de piezas tiene un porcentaje de

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{16}{40} = 40\%$$

De las actividades que no agregan valor, su porcentaje es de 60%.

Tabla 31: Actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.



































ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR AL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - EMPRESA ELECTRÓNICA MAX E. I. R.L.			
32	Examinar la mainboard antes de limpiar	30	
33	Colocar la mainboard a un lado de la mesa	5	
34	Coger la brocha de 2"	6	
36	Dejar la brocha de 2" en la mesa y coger la brocha de 1"	8	
38	Dejar la brocha de 1" y el chasis a un lado de la mesa	10	
39	Coger la brocha de 2" y la mainboard	10	
41	Dejar la brocha de 2" en la mesa y coger la brocha de 1/2"	8	
43	Dejar la brocha de 1/2" y la mainboard a un lado de la mesa	11	
44	Coger la brocha de 1" y la tarjeta de video	9	
46	Dejar la brocha de 1" y coger la brocha de 1/2"	8	
48	Dejar la brocha de 1/2" y la tarjeta de video a un lado de la mesa	10	
49	Coger la brocha de 2" y el cooler	8	
51	Dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"	8	
53	Dejar la brocha de 1/2" y el cooler al un lado de la mesa	9	
55	Coger la brocha de 1/2" y la memoria RAM	8	
57	Dejar la brocha de 1/2" y la memoria RAM a un lado de la mesa	8	
58	Coger la brocha de 1" y el disco duro	8	
60	Dejar el disco duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos	9	
62	Dejar la brocha de 1" y el lector de disco a un lado de la mesa	9	
63	Coger el destornillador y la fuente de alimentación	11	
65	Examinar el interior de la fuente de alimentación	30	
66	Coger la brocha de 2"	8	
68	Dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"	8	
70	Dejar la brocha de 1/2" y coger el destornillador	9	







Fuente: Elaboración Propia

En La tabla n° 31 muestra las actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento de CPU. Se encontraron 22 operaciones y 2 examinaciones de las cuales son las que toman demasiado tiempo de ejecución en el proceso.

El siguiente registro se extrae de la lista de actividades de la tabla n° 24, es el servicio de ensamblado de la CPU.

Tabla 32: Diagrama de actividad de procesos - Ensamblado (PRE-TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS										
DIAGRAMA N°: 6			HOJA N°:	6		RESUMEN				
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD		ACTUAL				
				OPERACIÓN		26				
				TRANSPORTE		0				
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0	Ensamblaje			
				INSPECCIÓN		1				
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO		0				
Metodo	actual			TOTAL		27				
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)						
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)		946				
Fecha	30/08/2017									
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR
ENSAMBLADO										
72	Colocar la mainboard en el interior del chasis			20						X
73	Coger el destornillador			8						X
74	Atornillar la mainboard en el interior del chasis			25						X
75	Dejar el destornillador a un lado de la mesa			5						X
76	Colocar el microprocesador en el zocalo de la mainboard			14						X
77	Coger la pasta de silicona refrigerante			8						X
78	Colocar la pasta de silicona encima del microprocesador			120						X
79	Dejar la pasta de silicona aun lado de la mesa			8						X
80	Colocar el cooler ensima del microprocesador			40						X
81	Colocar la memoria RAM en la ranura DDR de la mainboard			13						X
82	Colocar la tarjeta de video en la ranura PCI Express de la mainboard			15						X
83	Coger el destornillador			8						X
84	Colocar y atornillar el disco Duro dentro del chasis			13						X
85	Dejar el destornillador a un lado de la mesa			4						X
86	Coger el cable sata			4						X
87	Conectar el cable sata del Disco Duro a la mainboard			11						X
88	Coger el destornillador			8						X
89	Colocar y atornillar el lector de discos dentro del chasis			15						X
90	Dejar el destornillador a un lado de la mesa			8						X
91	Coger el cable sata			5						X
92	Conectar el cable sata del lector de discos a la mainboard			10						X
93	Coger el destornillador			6						X

94	Colocar y atornillar la fuente de alimentacion dentro del chasis	107						X	
95	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	7							X
96	Conectar los cables internos de la fuente a la mainboard	270						X	
97	Examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard	30							X
98	Coger el destornillador	8							X
99	Colocar las tapas del chasis y atornillar	156						X	
TOTAL		946	27	-	-	1	-	13	15

Fuente: Elaboración propia
















Como se muestra en la tabla n° 32, el proceso de ensamblado de la CPU, contiene en total 18 operaciones y 1 inspecciones, esto hace un total de 19 actividades. También se puede ver que hay 14 actividades que agregan valor y de las cuales 5 no agregan valor.

Por lo cual las actividades que agregan valor al servicio de limpieza de piezas tiene un porcentaje de

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{13}{28} = 46\%$$

De las actividades que no agregan valor, su porcentaje es de 54%.

Tabla 33: actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.













ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR AL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - EMPRESA ELECTRÓNICA MAX E. I. R.L.			
73	Coger el destornillador	8	
75	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	5	
77	Coger la pasta de silicona refrigerante	8	
79	Dejar la pasta de silicona aun lado de la mesa	8	
83	Coger el destornillador	8	
85	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	4	
86	Coger el cable sata	4	
87	Conectar el cable sata del Disco Duro a la mainboard	11	
88	Coger el destornillador	8	
90	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	8	
91	Coger el cable sata	5	
93	Coger el destornillador	6	
95	Dejar el destornillador a un lado de la mesa	7	
97	Examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard	30	
98	Coger el destornillador	8	

Fuente: Elaboración propia

En La tabla n° 33 muestra las actividades que no agregan valor en el proceso de limpieza de las piezas de la CPU. Se encontraron 4 operaciones y 1 inspección de las cuales son las que no agregan valor al tiempo de ejecución del servicio.

El siguiente registro es el de prueba del producto que es la última actividad del proceso de servicio de mantenimiento de CPU, el cual se verifica que el artefacto se encuentre en estado operativo.

Tabla 34: Diagrama de actividad de procesos - Prueba del producto (PRE-TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS											
DIAGRAMA N°: 12			HOJA N°:	12	RESUMEN					<div></div> <div></div> <div>Prueba</div>	
Objeto	Identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD			ACTUAL				
				OPERACIÓN			4				
				TRANSPORTE			2				
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA			0				
				INSPECCIÓN			0				
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO			1				
Metodo	actual			TOTAL		7					
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)		10.50					
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)		746					
Fecha	30/04/2018										
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR	
3.- PRUEBA DEL PRODUCTO											
100	Llevar la CPU a la mesa de prueba		2.10	13						X	
101	Conectar la CPU al monitor, mouses y teclado para la prueba			80						X	
102	encender la CPU			180						X	
103	Realizar prueba de funcionamiento			340						X	
104	Apagar la CPU			120						X	
105	Llevar la CPU al almacén		8.40	13						X	
106	Almacenaje			0						X	
TOTAL			10.50	746	4	2	-	-	1	3	
										4	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 34, el proceso de ensamblado de la CPU, contiene en total 4 operaciones, 2 transportes y 1 inspecciones, esto hace un total de 7 actividades. También se puede ver que hay 4 actividades que agregan valor y de las cuales 3 no agregan valor.

Por lo cual las actividades que agregan valor al servicio de limpieza de piezas tiene un porcentaje de

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{3}{7} = 43\%$$

De las actividades que no agregan valor, su porcentaje es de 57%.

Tabla 35: actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento Electrónica Max E.I.R.L.

ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR AL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - EMPRESA ELECTRÓNICA MAX E. I. R.L.			
102	Encender la CPU	10	●
103	Realizar prueba de funcionamiento	8	●
105	Llevar la CPU al almacén	13	→
106	Almacenaje	10	▼

Fuente: Elaboración propia

En La tabla n° 35 muestra las actividades que no agregan valor en el proceso de limpieza de las piezas de la CPU. Se encontraron 2 operaciones, un transporte y 1 almacenaje de las cuales son las que no agregan valor al tiempo de ejecución del servicio.

➤ Etapa 3: Examinar

Luego de realizar el registro de los métodos utilizados para el proceso de mantenimiento, se procede a examinar de manera crítica las diferentes operaciones de cómo se realiza el trabajo, las secuencias de cada una de las actividades y los métodos utilizados en cada proceso. En esta parte de la investigación se va a examinar de forma crítica los procesos de recepción de producto, desmantelado, el proceso que genera nuestro cuello de botella que se origina al momento de la limpieza y mantenimiento de las piezas del CPU, el ensamblado y la prueba del producto.

Mediante la técnica del interrogatorio se examinan las actividades que no agregan valor de los diferentes procesos de servicio de mantenimiento.

- **Proceso: recepción de producto**

Actividad: Coger la orden de servicio

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se busca en el escritorio la hoja de orden de servicio.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para anotar los datos del cliente y del producto que está dejando para el servicio de reparación o mantenimiento.

Actividad: Coger el lapicero

Pregunta ¿Qué se Hace?

- Se busca en el escritorio un lapicero.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Se utiliza el lapicero para hacer las anotaciones en la hoja de orden de servicio.

Actividad: Llevar la CPU registrada al almacén

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Después de registrar el artefacto se lleva al almacén.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Se coloca en el almacén para su posterior intervención.

Actividad: Colocar la CPU en almacén zona de productos por reparar o mantenimiento

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se coloca el artefacto en uno de los estantes de productos para reparación o mantenimiento

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para poder determinar al técnico encargado de intervenir el artefacto.

• Proceso: Desmantelado**Actividad: Preparar las herramientas a utilizar**

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se busca las herramientas que se encuentran en diferentes lugares.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Porque las herramientas no se encuentran en un determinado lugar.

Actividad: Colocar las herramientas en la mesa de trabajo

Pregunta ¿Qué se Hace?

- Luego de encontrar las herramientas se colocan en la mesa.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para utilizarlas al momento de desmantelar un artefacto.

Actividad: Coger el destornillador

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se sostiene el destornillador, ya que es la herramienta que se va a utilizar.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder desmantelar la CPU o algún otro producto que sea intervenido.

Actividad: Dejar el destornillador a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja el destornillador luego de haber quitado algunos tornillos de la CPU.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para proceder a realizar otra de las actividades del desmantelado.

Actividad: Colocar las tapas a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coloca las tapas de la CPU a un lado de la mesa para poder revisar el interior.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para proseguir con el desmantelado de las piezas internas de la CPU.

Actividad: Examinar el interior de la CPU destapada.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se examina el interior de la CPU.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para verificar que no presente ningún daño interno por alguna de las piezas.

Actividad: Desconectar el cable sata del Disco duro

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se desconecta el cable sata del disco duro que se conecta con la mainboard.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder retirar el disco duro del chasis.

Actividad: Colocar el cable sata a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Después de desconectar el cable sata se deja a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para proseguir con la siguiente actividad.

Actividad: Desconectar el cable sata del lector de discos

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se desconecta el cable sata del lector de discos que se conecta con la mainboard.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder retirar el lector de discos del chasis.

Actividad: Colocar el cable sata a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Después de desconectar el cable sata se deja a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para proseguir con la siguiente actividad

- **Proceso: Limpieza de piezas**

Actividad: examinar la mainboard antes de limpiar

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se examina cada parte de los componentes e integrados de la mainboard.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para prevenir que los componentes e integrados de la mainboard estén haciendo falso contacto.

Actividad: Coger la brocha 2" y el chasis

Pregunta ¿Qué se Hace?

- Se coge la brocha 2" para proceder a limpiar la parte interna y externa del chasis.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra en el interior y exterior del chasis.

Actividad: dejar la brocha 2" en la mesa y coger la brocha de 1"

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 2" a un lado de la mesa para coger la brocha de 1" y proseguir con la limpieza del chasis.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para poder limpiar con la brocha de 1" las ranuras y bordes del chasis que no se puede con la brocha de 2".

Actividad: dejar la brocha 1" y el chasis a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 1" y el chasis a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder coger otra pieza para realizar su limpieza.

Actividad: coger la brocha de 2" y la mainboard

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la brocha de 2" y la mainboard para proceder con su limpieza.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra impregnado en la mainboard.

Actividad: dejar la brocha de 2" y coger la Brocha de 1/2"

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 2" y se coge la brocha de 1/2" para proseguir con la limpieza de la mainboard.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder limpiar con la brocha 1/2" las ranuras y los integrados que son de difícil acceso.

Actividad: coger la brocha de 1" y la tarjeta de video.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la brocha de 1" y la tarjeta de video para proceder con su limpieza.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra impregnado en la tarjeta de video.

Actividad: dejar la brocha de 1" y coger la brocha de 1/2".

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 1" y se coge la brocha de 1/2" para proseguir con la limpieza de la tarjeta de video.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras y los integrados que son de difícil acceso.

Actividad: coger la brocha de 2" y el cooler.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la brocha de 2" y el cooler para proceder con su limpieza.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra impregnado en el cooler.

Actividad: dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2".

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 2" y se coge la brocha de 1/2" para proseguir con la limpieza del cooler.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras que son de difícil acceso.

Actividad: coger la brocha de 1/2" y la memoria RAM.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la brocha de 1/2" y la memoria RAM para proceder con su limpieza.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra impregnado en los integrados de la memoria RAM.

Actividad: coger la brocha de 1" y el disco duro.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la brocha de 1" y el disco duro para proceder con su limpieza.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra impregnado en el disco duro.

Actividad: dejar el disco duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja el disco duro a un lado de la mesa y se coge el lector de disco para limpiarlo con la brocha de 1".

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para quitar el polvo que se encuentra en el lector de disco.

Actividad: coger el destornillador y la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- se coge el destornillador para desatornillar la tapa de la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder limpiar la parte interna de la fuente de alimentación.

Actividad: examinar el interior de la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se examina cada parte de los componentes internos de la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para prevenir que los componentes e integrados de la fuente estén haciendo falso contacto.

Actividad: coger la brocha de 2".

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la brocha de 2" y se procede a limpiar el interior de la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder quitar el polvo que se encuentra acumulado en los componentes de la fuente.

Actividad: dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2".

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 2" y se coge la brocha de 1/2" para proseguir con la limpieza de la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder limpiar con la brocha de 1/2" las ranuras y los componentes que son de difícil acceso.

Actividad: dejar la brocha de 1/2" y coger el destornillador.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja la brocha de 1/2" y se coge el destornillador para colocar la tapa en la fuente de alimentación.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder asegurar con los tornillos la tapa en la fuente de alimentación.

• **Proceso: ensamblado**

Actividad: Coger el destornillador.

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se sostiene el destornillador, para atornillar una de las piezas al chasis.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para que la mainboard o alguna otra pieza quede fija al chasis.

Actividad: Dejar el destornillador a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja el destornillador luego de haber atornillado alguna de las piezas al chasis.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para proceder a realizar otra de las actividades del ensamblado.

Actividad: Coger la pasta de silicona refrigerante.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la pasta de silicona de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para colocar un poco de pasta al microprocesador.

Actividad: Dejar la pasta de silicona a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Luego de colocar la pasta al microprocesador se deja la pasta a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para proseguir con otra de las actividades de ensamblado.

Actividad: Coger el cable sata.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge el cable sata que se encuentra a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder conectar el cable al disco duro y a la mainboard.

Actividad: Conectar el cable sata del disco duro a la mainboard.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se procede a conectar el cable sata en el disco duro y en la mainboard.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para que la mainboard reciba la información de datos del disco duro cuando este operativo.

Actividad: Coger el cable sata.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge el cable sata que se encuentra a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para poder conectar el cable al lector de disco y a la mainboard.

Actividad: Conectar el cable sata del disco duro a la mainboard.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se procede a conectar el cable sata al lector de disco y en la mainboard.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para que la mainboard reciba la información de datos de los discos cuando este operativo.

Actividad: Examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se procede a examinar cada uno de los cables que van conectados a la mainboard.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para ver que no haya un cable mal colocado.

- **Proceso: Prueba del producto.**

Actividad: Encender la CPU.

Pregunta. ¿Qué se hace?

- Se procede a prender la CPU.

Pregunta. ¿Por qué se hace?

- Para verificar que funcione correctamente.

Actividad: Realizar prueba de funcionamiento.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se realiza la prueba de funcionamiento con el teclado y el mouse.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para verificar que todos los programas funcionen correctamente.

Actividad: Llevar la CPU al almacén.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se coge la CPU y se lleva al almacén de artefactos operativos.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Para desocupar la mesa de trabajo y revisar otro artefacto.

Actividad: Almacenaje.

Pregunta: ¿Qué se hace?

- Se deja el CPU en el almacén.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

- Se almacena hasta que el cliente vuelva a recoger su artefacto.

➤ **Etapas 4: Idea del método propuesto**

luego de responder a las preguntas a las interrogantes en la etapa de examinación, se procede con la cuarta etapa: idea del método propuesto, el cual es reducir muchas de las actividades que no agregan valor, eliminar o combinar estas actividades, proponiendo mejoras en los métodos de trabajos actuales para incrementar la productividad.

También para este nuevo método de trabajo se suministra de una maquina compresora de aire la cual facilitará y reducirá los tiempos de limpieza de la CPU y de otros electrodomésticos, a la vez se agrega un manual de mantenimiento para el compresor de aire en el Anexo 17.



Figura 12: Compresora de aire

• **Proceso: recepción de producto**

Actividad: Coger la orden de servicio

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería tener las hojas de orden de servicio a un lado del escritorio y cerca de un porta lapiceros.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Coloca las hojas de orden de servicio en un lugar estratégico del escritorio y cerca de un porta lapiceros para realizar una sola actividad.

Actividad: Coger el lapicero

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería tener los lapiceros en un portador lapicero y cerca del escritorio para evitar la búsqueda de lapiceros.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Colocar un portador lapiceros en el escritorio y al lado de las hojas de orden de servicio para realizar una sola actividad.

Actividad: Llevar la CPU registrada al almacén

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería llevar la CPU a la mesa de trabajo y evitar el almacenaje.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Se ahorraría tiempo de espera para el mantenimiento de CPU.

Actividad: Colocar la CPU en almacén zona de productos por reparar o mantenimiento

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería mantener en orden los estantes, una zona de productos por reparar y la otra por mantenimiento.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Se hace para tener en orden el lugar de almacenaje.

• Proceso: Desmantelado**Actividad: Preparar las herramientas a utilizar**

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería ordenar las herramientas en una caja de herramientas al lado de la mesa de trabajo.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Al aplicar este método se evitaría la búsqueda de las herramientas.

Actividad: Colocar las herramientas en la mesa de trabajo

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería tener en la mesa de trabajo solo las herramientas adecuadas para el desmantelado de la CPU.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Al indicar al técnico el utilizar solo las herramientas necesarias para el trabajo se evita el desorden y la confusión de herramientas.

Actividad: Coger el destornillador

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería utilizar el destornillador en todo momento al realizar el desatornillado de las pizas de la CPU.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Indicar al técnico que al realizar las actividades de desmantelado de piezas siempre debe manipular correctamente el destornillador.

Actividad: Dejar el destornillador a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería dejar el destornillador cuando se haya realizado todas las actividades de desatornillar de piezas.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- Indicar al técnico que solo deber dejar el destornillador cuando haya acabado con el proceso de desatornillado de las piezas.

Actividad: Colocar las tapas a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se coloca las tapas de la CPU a un lado de la mesa para poder revisar el interior.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- Para proseguir con el desmantelado de las piezas internas de la CPU.

Actividad: Examinar el interior de la CPU destapada.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería examinar solo al momento de culminar el trabajo de limpieza.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- Se debe indicar al técnico que después de limpiar las piezas se examina la CPU.

Actividad: Desconectar el cable sata del Disco duro

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- En una sola actividad se debería desconectar los dos cables sata tanto del disco duro como del lector de discos.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- Se debería desconectar los cables sata del disco duro y del lector de discos.

Actividad: Colocar el cable sata a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- En la misma actividad de desconectar los cables sata se debería colocar los cables a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- En debería hacer todo esto en una sola actividad para así reducir tiempo.

Actividad: Desconectar el cable sata del lector de discos

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- En una sola actividad se debería desconectar los dos cables sata tanto del disco duro como del lector de discos.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- Se debería desconectar los cables sata del disco duro y del lector de discos.

Actividad: Colocar el cable sata a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- En la misma actividad de desconectar los cables sata se debería colocar los cables a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

- En debería hacer todo esto en una sola actividad para así reducir tiempo.

- **Proceso: limpieza de piezas**

En este caso es el incorporar al trabajo una maquina compresora de aire que facilite el trabajo de limpieza y así reducir el tiempo en el proceso de operación de limpieza.

Actividad: examinar la motherboard antes de limpiar

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Esta actividad debería estar incluir al momento de retirar la motherboard del chasis

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Al aplicar la propuesta sugerida, se reduciría esta actividad y por ende también el tiempo.

Actividad: Coger la brocha 2” y el chasis

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En vez de utilizar la brocha se debería utilizar el compresor de aire para limpiar el chasis.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Al implementar la propuesta sugerida del compresor de aire se reduciría el tiempo en realizar la limpieza del chasis.

Actividad: dejar la brocha 2” en la mesa y coger la brocha de 1”

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En vez de realizar el cambio de brocha, con el compresor de aire se quitaría con más facilidad el polvo que se encuentran en las ranuras y bordes del chasis.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se eliminaría la actividad de cambio de brocha, así también se cambiaría la actividad de limpieza del chasis y por ende también el tiempo.

Actividad: dejar la brocha 1” y el chasis a un lado de la mesa.

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad, se mantendría sujeto la manguera del compresor y solo se colocaría el chasis a un lado de la mesa.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida, se cambiaría y se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: coger la brocha de 2” y la mainboard

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad se elimina el coger la brocha y solo se coge la mainboard para limpiarlo con el compresor de aire.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerirá se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: dejar la brocha de 2" y coger la Brocha de 1/2"

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad ya no se cambiaría de brochas, ya que con el compresor de aire se limpiaría más rápido las ranuras y los integrados de la tarjeta.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se eliminaría esa actividad y por ende se reduciría el tiempo.

Actividad: coger la brocha de 1" y la tarjeta de video

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad se elimina el coger la brocha y solo se coge la tarjeta de video para limpiarlo con el compresor de aire.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerirá se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: dejar la brocha de 1" y coger la brocha de 1/2"

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad ya no se cambiaría de brochas, ya que con el compresor de aire se limpiaría más rápido las ranuras y los integrados de la tarjeta de video.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se eliminaría esa actividad y por ende se reduciría el tiempo.

Actividad: coger la brocha de 2" y el cooler

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad se elimina el coger la brocha y solo se coge el cooler para limpiarlo con el compresor de aire.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerirá se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad ya no se cambiaría de brochas, ya que con el compresor de aire se limpiaría más rápido las ranuras del cooler.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se eliminaría esa actividad y por ende se reduciría el tiempo.

Actividad: coger la brocha de 1/2" y la memoria RAM

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad se elimina el coger la brocha y solo se coge la memoria RAM para limpiarlo con el compresor de aire.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerirá se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: coger la brocha de 1" y el disco duro

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad se elimina el coger la brocha y solo se coge el disco duro para limpiarlo con el compresor de aire.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerirá se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: dejar el disco duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad al dejar el disco duro se coge el lector de disco para su limpieza con el compresor.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando esta propuesta se reduciría el tiempo de ejecución.

Actividad: coger el destornillador y la fuente de alimentación

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Esta actividad debería ser realizada al principio del proceso de limpieza, ya que desatornillar y quitar la tapa de la fuente de alimentación de procedería a la limpieza.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se procedía al encendido del compresor de aire y al comienzo de limpieza de cada pieza de la CPU.

Actividad: examinar el interior de la fuente de alimentación

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería incluir al momento de limpiar la fuente de alimentación, ya que al estar limpio el interior se examina con mayor claridad.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida, se reduciría esta actividad como también el tiempo.

Actividad: coger la brocha de 2"

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad en vez de utilizar la brocha se enciende y se utiliza el compresor de aire para la limpieza de la fuente de alimentación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se cambia y se reduce la actividad.

Actividad: dejar la brocha de 2" y coger la brocha de 1/2"

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- En esta actividad ya no se cambiaría de brochas, ya que con el compresor de aire se limpiaría más rápido las ranuras y los integrados de la fuente de alimentación.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se eliminaría esa actividad y por ende se reduciría el tiempo.

Actividad: dejar la brocha de 1/2" y coger el destornillador

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Esta actividad se cambiaría al final del proceso de limpieza, ya que al encender el compresor de aire se procede a limpiar la fuente y cada pieza de la CPU.

Pregunta. ¿Qué debería hacer?

- Aplicando la propuesta sugerida se podrá realizar la limpieza de cada pieza de la CPU más rápido, y la actividad de tapar la fuente de alimentación y atornillarla sería menor y se reduciría también el tiempo.

- **Proceso: ensamblado**

Actividad: Coger el destornillador.

Pregunta. ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería utilizar el destornillador en todo momento al realizar el atornillado de las pizas de la CPU.

Pregunta. ¿Qué debería hacerse?

- Indicar al técnico que al realizar las actividades de ensamblado de piezas siempre debe manipular correctamente el destornillador.

Actividad: Dejar el destornillador a un lado de la mesa

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería dejar el destornillador cuando se haya realizado todas las actividades de atornillado de piezas.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Indicar al técnico que solo deber dejar el destornillador cuando haya acabado con el proceso de atornillado de las piezas en el chasis de la CPU.

Actividad: Coger la pasta de silicona refrigerante.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería realizar una sola actividad el coger la pasta refrigerante y colocar la pasta en el microprocesador.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Indicar al técnico que en una sola actividad puede coger la pasta y colocarla en el microprocesador para reducir tiempo.

Actividad: Dejar la pasta de silicona a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Esta actividad debería también ser incluirá en una sola, al momento de aplicar la pasta en el microprocesador.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Indicar al técnico que debería coger la pastas, aplicarla en el microprocesador y dejarla a un lado de la mesa en una sola actividad.

Actividad: Coger el cable sata.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se coge el cable sata que se encuentra a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Para poder conectar el cable al disco duro y a la mainboard.

Actividad: Conectar el cable sata del disco duro a la mainboard.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería realizar en una sola actividad la conexión de los cables sata del disco duro y del lector de disco.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Se indica al técnico que debería realizar en una sola actividad la conexión de los cables sata del disco duro y el lector de disco.

Actividad: Coger el cable sata.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se coge el cable sata que se encuentra a un lado de la mesa.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Para poder conectar el cable al disco duro y a la mainboard.

Actividad: Conectar el cable sata del disco duro a la mainboard.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería realizar en una sola actividad la conexión de los cables sata del disco duro y del lector de disco.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Se indica al técnico que debería realizar en una sola actividad la conexión de los cables sata del disco duro y el lector de disco.

Actividad: Examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería revisar brevemente que las conexiones no se encuentren sueltas.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Indicar al técnico que debe mostrarse seguro de la conexión que realiza.

- **Proceso: Prueba del producto.**

Actividad: Realizar prueba de funcionamiento.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería solo revisar brevemente que funcione el CPU correctamente con el teclado y el mouse.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Indicar al técnico que solo se debe revisar que los programas de la CPU funcionen correctamente con el teclado y el mouse.

Actividad: Llevar la CPU al almacén.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Luego de desconectar la CPU se debería colocar un estique que se ha realizado el mantenimiento.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Indicar al técnico colocar un estique de articulo revisado.

Actividad: Almacenaje.

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

- Se debería colocar la CPU en una zona del almacén de artículos realizado.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

- Se debería ordenar el área de almacén.

Diagrama de recorrido actual

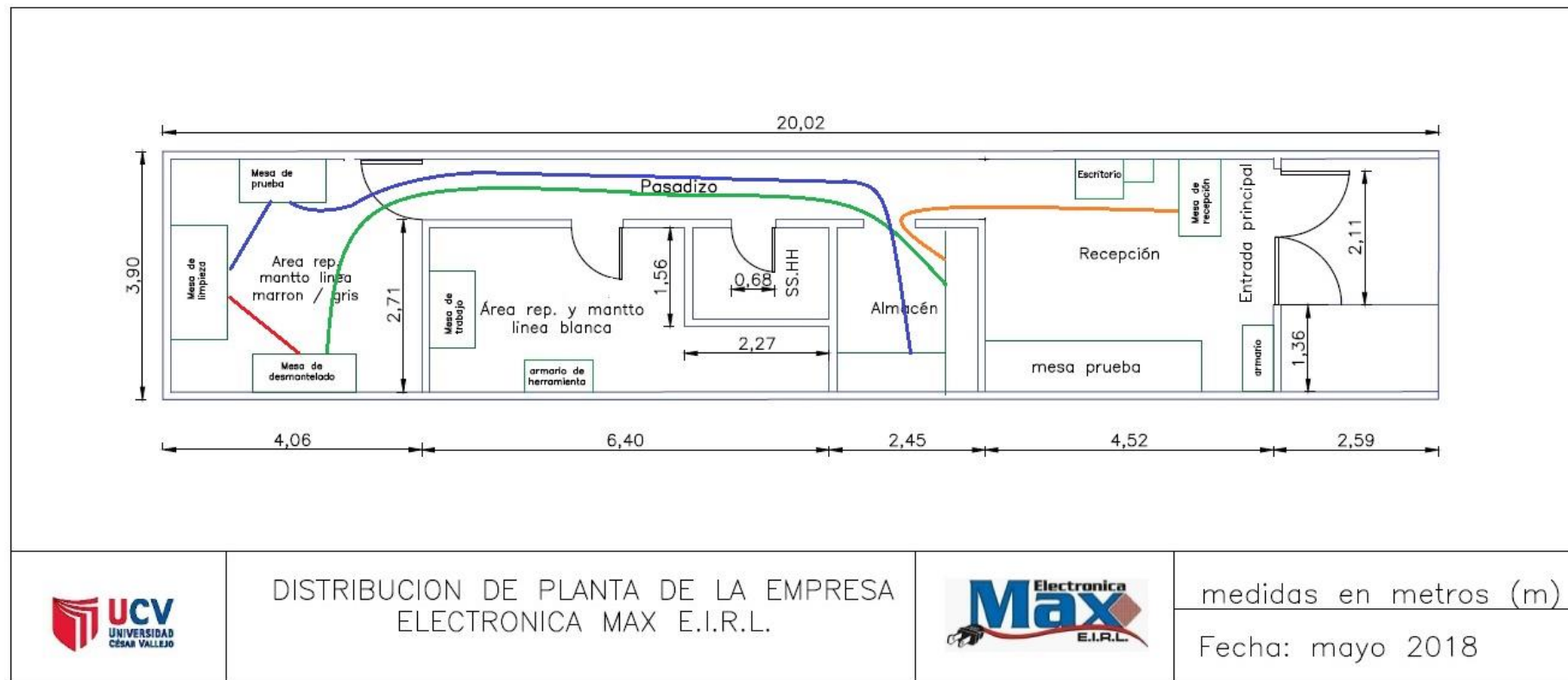


Figura 13: Diagrama de recorrido actual

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura n° 13, se realizó el nuevo diagrama de recorrido actual del proceso del servicio de mantenimiento de CPU, donde podemos apreciar que la distribución del lugar de trabajo se modificó para reducir los tiempos en el recorrido al momento de realizar el servicio.

➤ **Etapla 5: Evaluar**

En esta etapa se analizó los costos del servicio de mantenimiento antes de la implementación.

Costeo por Servicio

Continuando con el proyecto de investigación, se realizó el cálculo del costo inicial por los servicios de mantenimiento, mano de obra, costos indirectos. En este caso, por el servicio de mantenimiento de un artefacto eléctrico.

Tabla 36: Costo de herramientas e insumos

HERRAMIENTAS E INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL
Alcohol hisopropílico 1Lt.	50	S/13.00	S/650.00
Bencina 1Lt.	50	S/7.90	S/395.00
Brocha 2"	4	S/13.00	S/52.00
Brocha 1"	4	S/10.00	S/40.00
Brocha 1/2"	4	S/5.00	S/20.00
Pasta termica para procesadores	12	S/23.00	S/276.00
Juego de destornilladores stanley	4	S/39.90	S/159.60
Total (para 350 servicios realizados al mes)			S/1,592.60
COSTO UNITARIO HERRAMIENTAS E INSUMOS			S/4.55

Fuente: Elaboración Propia

La tabla n° 36, muestra que el costo total es de S/. 1,592.60, este monto dividido entre los 350 servicios realizados al mes, nos da como costo unitario de S/. 4.55 por una hora de servicio. Luego se procedió a analizar los costos de la mano de obra de la empresa:

Tabla 37: Beneficios Sociales

BENEFICIOS SOCIALES			BENEFICIOS SOCIALES		
Vacaciones	1/12 sueldo	S/108.29	Vacaciones	1/12 sueldo	S/83.33
Gratificaciones	1/6 sueldo	S/216.71	Gratificaciones	1/6 sueldo	S/166.70
CTS	2/12 sueldo	S/216.71	CTS	2/12 sueldo	S/166.70
ESSALUD	9% sueldo	S/117.00	ESSALUD	9% sueldo	S/90.00
Total		S/658.71	Total		S/506.73

Fuente: Elaboración Propia

La empresa cubre los beneficios de los trabajadores, por lo cual se tomará en cuenta.

Tabla 38: Planilla de Mano de obra

Mano de obra	Quincena	Fin de mes	Sueldo	Horas Extras	Beneficios sociales	Total planilla
Gerente General	S/650.00	S/650.00	S/1,300.00	-	658.71	S/1,958.71
Tecnico n° 1	S/500.00	S/500.00	S/1,000.00	-	506.73	S/1,506.73
Tecnico n° 2	S/500.00	S/500.00	S/1,000.00	-	506.73	S/1,506.73
Tecnico n° 3	S/500.00	S/500.00	S/1,000.00	-	506.73	S/1,506.73
Total planilla						S/6,478.90

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39: Costo unitario de la mano de obra

Mano de obra	Costo por mes (S/.)	Servicios Realizados	Costo por servicios (S/.)
Gerente General	S/1,958.71	350	S/5.60
Tecnico n° 1	S/1,506.73	350	S/4.30
Tecnico n° 2	S/1,506.73	350	S/4.30
Tecnico n° 3	S/1,506.73	350	S/4.30
Costo Unitario M.O.			S/18.51

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla n° 39, se determina que el costo unitario de la mano de obra es de S/.18.51 por servicio de mantenimiento realizado.

A continuación, se presenta los costos indirectos:

Tabla 40: Costos Indirectos

COSTO DE SERVICIOS	PAGOS (S/.)
Agua	S/80.00
Luz	S/110.00
Telefono e internet	S/200.00
Alquiler de local	S/1,000.00
Total de Servicios	S/1,390.00
Servicios realizados	350
C.I. unitario	S/3.97

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla n° 40, se presenta el costo indirecto unitario que es S/. 3.97.

Finalmente, se procede al cálculo del costo unitario por servicio, teniendo en cuenta los costos hallados anteriormente.

Tabla 41: Costo de Servicio Inicial

COSTO DEL SERVICIO INICIAL	
Costo herramientas e insumos	S/4.55
Mano de obra	S/18.51
Costo Indirecto	S/3.97
Total de costo por servicio	S/27.03

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla n° 41 muestra que el costo por servicio unitario por mantenimiento es de S/. 27.03.

➤ **Etapas 6: Definir el nuevo método**

Después de haber realizado los primeros pasos para el nuevo método, se procede con el sexto paso que es el definir el nuevo método de trabajo mediante la aplicación de un **manual de procedimientos** el cual se muestra en el Anexo 16. En el manual se tuvo en cuenta los nuevos procedimientos de trabajo para poder mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.


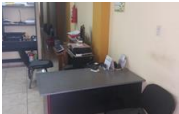
















➤ **Etapas 7: Implantar el nuevo método**

Esta etapa es muy importante para el nuevo estudio de métodos, ya que se debe implementar una nueva forma de trabajo la cual los trabajadores no están acostumbrados a realizar, ya que ellos tienen su propio estilo de trabajos y eso es entendible.

Para realizar los cambios en el método de trabajo se coordinó con el dueño de la empresa para poder conversar con los trabajadores para explicar los cambios que se van a realizar en el área de mantenimiento de electrodomésticos para incorporar el nuevo método de trabajo. El objetivo de la reunión es indicar a los trabajadores que al implementar el nuevo método de trabajo influirá en la mejora de la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Podemos decir que la reunión fue exitosa ya que los trabajadores comprendieron los cambios del método de trabajo los cuales reducirán los tiempos útiles horas hombre – trabajo, reduciendo los costos de servicio e incrementando la productividad de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Tabla 42: Diagrama de actividad de procesos – Recepción de productos (POST- TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS											
DIAGRAMA N°: 8			HOJA N°:	8	RESUMEN					<div> Recepción</div> <div></div>	
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD			ACTUAL				
				OPERACIÓN			51				
				TRANSPORTE			4				
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA			-		<div></div> <div></div>		
				INSPECCIÓN			5				
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO			2				
Metodo	Propuesta			TOTAL			62				
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)		4.30					
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)		165					
Fecha	30/04/2018										
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR	
1.- RECEPCIÓN DE PRODUCTO											
1	Revisar la CPU a ingresar			20						X	
2	Coger la orden de servicio y el lapicero			10						X	
3	Anotar en la orden de servicio los datos del cliente.			60						X	
4	Anotar en la orden la marca, modelo y serie de la CPU			52						X	
5	Llevar la CPU registrada al almacen		4.30	13						X	
6	Colocar la CPU en almacen zona de productos por reparacion o mantenimiento			10						X	
TOTAL			4.30	165	4	1	-	-	1	4	2















































Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 42, el proceso de recepción de la CPU, contiene en total 4 operaciones, 1 transporte y 1 almacenaje, esto hace un total de 6 actividades. También se puede ver que hay 2 actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento de CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. y 4 actividades que agregan valor.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{4}{6} = 67\%$$

Por los tanto las actividades que agregan valor al proceso de recepción de productos en lo post-test es de 67%.

Tabla 43: Diagrama de actividad de procesos - Desmantelado (POST- TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS											
DIAGRAMA N°: 9			HOJA N°:	9		RESUMEN				<div> </div>	
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD		ACTUAL					
				OPERACIÓN		17					
				TRANSPORTE		1					
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0			Desmontaje		
				INSPECCIÓN		1					
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO		0					
Método	actual			TOTAL		19					
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)		8.40					
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)		378					
Fecha	30/04/2018										
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)							VALOR
DESMANTELADO											
7	Llevar del almacén la CPU a la mesa de trabajo		8.40	14						X	
8	Coger las herramientas del estante de la mesa.			40						X	
9	Colocar las herramientas en la mesa de trabajo			21						X	
10	Coger el destornillador y retidar los tornillos de las tapas del chasis			40						X	
11	Colocar las tapas y los tornillos a un lado de la mesa			8						X	
12	Examinar el interior de la CPU			30						X	
13	Desconectar los cables de la fuente de alimentación a la mainboard			40						X	
14	Desconectar los cables satas del Disco duro y del Lector de disco			7						X	
15	Colocar colocar los cables a un lado de la mesa			5						X	
16	Coger el destornillador y retirar el Disco duro del chasis			5						X	
17	Desatornillar y retirar el disco Duro del interior del chasis			25						X	
18	Desatornillar y retirar el lector de disco del interior del chasis			32						X	
19	Desatornillar y retirar la fuente de alimentacion del interior del chasis			44						X	
20	Dejar el destornillador a un lado de la mesa			6						X	
21	Retirar la tarjeta de memoria RAM de la mainboard			10						X	
22	Retirar la tarjeta de video de la mainboard			17						X	
23	Retirar el cooler de la mainboard			16						X	
24	Retirar el microprocesador de la mainboard			10						X	
25	Coger el destornillador y retidar la mainboar del interior del chasis			8						X	
TOTAL			8.40	378	17	1	-	1	-	15	4
























Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 43, el proceso de desmantelado de la CPU, contiene en total 17 operaciones, 1 transporte y 1 inspección, esto hace un total de 19 actividades. También se puede ver que hay 4 actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento de CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. y 15 actividades que agregan valor.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{15}{19} = 79\%$$

Por los tanto las actividades que agregan valor al proceso de recepción de productos en lo post-test es de 79%.

Tabla 44: Diagrama de actividad de procesos del servicio de mantenimiento (POST- TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS									
DIAGRAMA N°: 10		HOJA N°:	10	RESUMEN				<div> Limpieza </div>	
Objeto	Identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico	Actividad		ACTIVIDAD		ACTUA			
				OPERACIÓN		25			
				TRANSPORTE		0			
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0			
				INSPECCIÓN		1			
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO		0			
Metodo	Propuesta			TOTAL		26			
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)					
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)		434			
Fecha	30/04/2018								
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR
LIMPIEZA DE PIEZAS									
26	Examinar la mainboard antes de limpiar		15						X
27	Colocar la mainboard a un lado de la mesa		5						X
28	Desatornillar y retirar la tapa de la fuente de alimentación		15					X	
29	Dejar la tapa de la fuente a un lado de la mesa		5						X
30	Coger la manguera y abrir la valvula del compresor de aire		5					X	
31	Limpiar con el compresor la tarjeta interna de la fuente de alimentación		55					X	
32	Dejar la fuente de alimentacion aun lado de la mesa		5						X
33	coger el chasis y limpiar con el compresor la parte interna y externa		114					X	
34	Dejar el chasis a un lado de la mesa y coger la mainboard		6					X	
35	Limpiar con el compresor de aire la mainboard		36					X	
36	Dejar la mainboard a un lado de la mesa y coger la tarjeta de video		4					X	
37	Limpiar con el compresor de aire la tarjeta de video		16					X	
38	Dejar la tarjeta de video a un lado de la mesa y coger el cooler		4					X	
39	Limpiar con el compresor de aire el cooler		16					X	
40	Dejar el cooler a un lado de la mesa y coger el Disco duro		4					X	
41	Limpiar con el compresor de aire el Disco duro		10					X	
42	Dejar el disco Disco Duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos		5					X	
43	Limpiar con el compresor de aire el lector de discos		10					X	
44	Dejar el lector de disco a un lado de la mesa y coger la memoria RAM		5					X	
45	Limpiar con el compresor de aire la memoria RAM y dejar a un lado de la mesa la memoria		8					X	
46	Cerrar la valvula y dejar la manguera a un lado del compresor de aire		5					X	
47	limpiar con trapo parte superior del microprocesador		13					X	
48	dejar el trapo y el microprocesador a un lado de la mesa		5						X
49	Coger el destornillador		5						X
50	Colocar la tapa y atornillarla en fuente de alimentación		58					X	
51	Dejar la fuente de alimentacion aun lado de la mesa		5					X	
TOTAL			434	25			1	20	6






























Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla n° 44, el proceso de limpieza de las piezas de la CPU, contiene en total 25 operaciones y 1 inspección, esto hace un total de 26 actividades. También se puede ver que hay 6 actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento de CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. y 20 actividades que agregan valor.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{20}{26} = 77\%$$

Por los tanto las actividades que agregan valor al proceso por servicio de mantenimiento es 77%.

Tabla 45: Diagrama de actividad de procesos del servicio de mantenimiento (POST- TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS										
DIAGRAMA N°: 11			HOJA N°:	11	RESUMEN				<div></div> <div>Ensamblaje</div> <div></div>	
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD		ACTUAL				
				OPERACIÓN		18				
				TRANSPORTE		0				
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0	<div></div>			
				INSPECCIÓN		1				
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO		0				
Metodo	Propuesta			TOTAL		19				
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)						
Colaborador	Davic Erick			TIEMPO (seg)		816				
Fecha	30/04/2018									
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR
ENSAMBLADO										
52	Coger el destornillador			5						X
53	Colocar y atornillar la mainboard en el interior del chasis			20					X	
54	Dejar el destornillador a un lado de la mesa			5						X
55	colocar el microprocesador en el zocalo CPU de la mainboard			14					X	
56	coger la pasta de silicona refrigerante y aplicar encima del microprocesador			128					X	
57	Coger y colocar el cooler ensima del microprocesador			37					X	
58	Coger y colocar la memoria RAM en la ranura DDR de la mainboard			13					X	
59	Coger y colocar la tarjeta de video en la ranura PCI Express de la mainboard			15					X	
60	Coger el destornillador			8						X
61	Colocar y atornillar el disco Duro dentro del chasis			17					X	
62	Coger y atornillar el lector de disco dentro del chasis			17					X	
63	dejar el destornillador a un lado de la mesa			8						X
64	Conectar los cables satas del Disco duro y del lector de discos en la mainboard			15					X	
65	Colocar la fuente de alimentacion dentro del chasis			120					X	
66	conectar los cables internos de la fuente a la mainboard			210					X	
67	examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard			20						X
68	colocar y atornillar las tapas del chasis			164					X	
TOTAL				816	16	-	-	1	-	12
										5




















Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 45, el proceso de ensamblado de la CPU, contiene en total 16 operaciones y 1 inspección, esto hace un total de 17 actividades. También se puede ver que hay 5 actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento de CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. y 12 actividades que agregan valor.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{12}{17} = 71\%$$

Por los tanto las actividades que agregan valor al proceso por servicio de mantenimiento es 71%.

Tabla 46: Diagrama de actividad de procesos del servicio de mantenimiento (POST- TEST)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS											
DIAGRAMA N°: 12			HOJA N°:	12	RESUMEN				<div></div> <div>Prueba</div> <div></div>		
Objeto	Identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			ACTIVIDAD		ACTUAL					
				OPERACIÓN		4					
				TRANSPORTE		2					
Actividad	mantenimiento de CPU			ESPERA		0					
				INSPECCIÓN		0					
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			ALMACENADO		1					
Metodo	actual			TOTAL		7					
Lugar	área de mantenimiento			DISTANCIA (m)	10.50						
Colaborador	David Erick			TIEMPO (seg)	746						
Fecha	30/08/2017										
ITEM	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)						VALOR	
3.- PRUEBA DEL PRODUCTO											
100	Llevar la CPU a la mesa de prueba		2.10	13						X	
101	Conectar la CPU al monitor, mouses y teclado para la prueba			80						X	
102	encender la CPU			180							X
103	Realizar prueba de funcionamiento			340							X
104	Apagar la CPU			120						X	
105	Llevar la CPU al almacén		8.40	13							X
106	Almacenaje			0							X
TOTAL			10.50	746	4	2	-	-	1	3	4

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 46, el proceso de prueba de la CPU, contiene en total 4 operaciones, 2 transporte y 1 inspección, esto hace un total de 7 actividades. También se puede ver que hay 3 actividades que no agregan valor al servicio de mantenimiento de CPU en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. y 4 actividades que agregan valor.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{4}{7} = 57\%$$

Por los tanto las actividades que agregan valor al proceso por servicio de mantenimiento es 57%.

Etapa 8: Controlar y mantener en uso el nuevo método.

Luego de implementar el nuevo método de trabajo, se sigue con el último paso que es el controlar y mantener en uso el nuevo método de trabajo.

Para ello se presentan los nuevos diagramas y cálculos que nos permitan el análisis descriptivo para luego comparar el antes y después de la implementación del estudio de trabajo en el área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

2.7.4 Resultados

A continuación, se mostrarán los resultados en cuanto la implementación de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

2.7.4.1 Resultados Dimensión estudio de Métodos

Se procede a detallar el nuevo diagrama de análisis de procesos por los servicios realizados en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

Tabla 47: Diagrama de análisis de procesos por servicio de mantenimiento

Diagrama de análisis de procesos por servicio de mantenimiento										
Diagrama N°: 1				Hoja N°: 1		Resumen				
Objeto	identificar detalladamente todas la actividades en el proceso de mantenimiento de un electrodoméstico			Actividad			Actual			
				Operación		●	65			
				Transporte		➡	4			
				Espera		⏸	-			
				Inspección		■	4			
Actividad	mantenimiento de CPU			Almacenado		▼	2			
Elaborado por:	Victor Alexander Paredes Medina			Total			75			
Metodo	actual			Distancia (m)			23.20			
Lugar	área de mantenimiento			Tiempo (seg)			2439			
Colaborador	David Erick									
Fecha	30/04/2018									
Item	Descripción Actividad		Distancia (m)	Tiempo (seg)	●	➡	⏸	■	▼	Valor
1.- RECEPCIÓN DE PRODUCTO										
1	Revisar la CPU a ingresar			20						X
2	Coger la orden de servicio y el lapicero			10						X
3	Anotar en la orden de servicio los datos del cliente.			60						X
4	Anotar en la orden la marca, modelo y serie de la CPU			52						X
5	Llevar la CPU registrada al almacen		4.30	13						X
6	Colocar la CPU en almacen zona de productos por reparacion o mantenimiento			10						X
2.- MANTENIMIENTO DE PRODUCTO										
Desmantelado										
7	Llevar del almacén la CPU a la mesa de trabajo		8.40	14						X
8	Coger las herramientas del estante de la mesa.			40						X
9	Colocar las herramientas en la mesa de trabajo			21						X
10	Coger el destornillador y retidar los tornillos de las tapas del chasis			40						X
11	Colocar las tapas y los tornillos a un lado de la mesa			8						X

12	Examinar el interior de la CPU		30						X
13	Desconectar los cables de la fuente de alimentación a la mainboard		40					X	
14	Desconectar los cables satas del Disco duro y del Lector de disco		7					X	
15	Colocar colocar los cables a un lado de la mesa		5						X
16	Coger el destornillador y retirar el Disco duro del chasis		5					X	
17	Desatornillar y retirar el disco Duro del interior del chasis		25					X	
18	Desatornillar y retirar el lector de disco del interior del chasis		32					X	
19	Desatornillar y retirar la fuente de alimentacion del interior del chasis		44					X	
20	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		6						X
21	Retirar la tarjeta de memoria RAM de la mainboard		10					X	
22	Retirar la tarjeta de video de la mainboard		17					X	
23	Retirar el cooler de la mainboard		16					X	
24	Retirar el microprocesador de la mainboard		10					X	
25	Coger el destornillador y retirar la mainboard del interior del chasis		8					X	
LIMPIEZA DE PIEZAS									
26	Examinar la mainboard antes de limpiar		15						X
27	Colocar la mainboard a un lado de la mesa		5						X
28	Desatornillar y retirar la tapa de la fuente de alimentación		15					X	
29	Dejar la tapa de la fuente a un lado de la mesa		5						X
30	Coger la manguera y abrir la valvula del compresor de aire		5					X	
31	Limpiar con el compresor la tarjeta interna de la fuente de alimentación		55					X	
32	Dejar la fuente de alimentacion aun lado de la mesa		5						X
33	coger el chasis y limpiar con el compresor la parte interna y externa		114					X	
34	Dejar el chasis a un lado de la mesa y coger la mainboard		6					X	
35	Limpiar con el compresor de aire la mainboard		36					X	
36	Dejar la mainboard a un lado de la mesa y coger la tarjeta de video		4					X	
37	Limpiar con el compresor de aire la tarjeta de video		16					X	
38	Dejar la tarjeta de video a un lado de la mesa y coger el cooler		4					X	
39	Limpiar con el compresor de aire el cooler		16					X	
40	Dejar el cooler a un lado de la mesa y coger el Disco duro		4					X	
41	Limpiar con el compresor de aire el Disco duro		10					X	
42	Dejar el disco Disco Duro a un lado de la mesa y coger el lector de discos		5					X	
43	Limpiar con el compresor de aire el lector de discos		10					X	
44	Dejar el lector de disco a un lado de la mesa y coger la memoria RAM		5					X	
45	Limpiar con el compresor de aire la memoria RAM y dejar a un lado de la		8					X	
46	Cerrar la valvula y dejar la manguera a un lado del compresor de aire		5					X	
47	limpiar con trapo parte superior del microprocesador		13					X	
48	dejar el trapo y el microprocesador a un lado de la mesa		5						X
49	Coger el destornillador		5						X
50	Colocar la tapa y atornillarla en fuente de alimentación		58					X	
51	Dejar la fuente de alimentacion aun lado de la mesa		5					X	

ENSAMBLADO									
52	Coger el destornillador		5	●					X
53	Colocar y atornillar la mainboard en el interior del chasis		20	●				X	
54	Dejar el destornillador a un lado de la mesa		5	●					X
55	colocar el microprocesador en el zocalo CPU de la mainboard		14	●				X	
56	coger la pasta de silicona refrigerante y aplicar encima del microprocesador		128	●				X	
57	Coger y colocar el cooler encima del microprocesador		37	●				X	
58	Coger y colocar la memoria RAM en la ranura DDR de la mainboard		13	●				X	
59	Coger y colocar la tarjeta de video en la ranura PCI Express de la mainboard		15	●				X	
60	Coger el destornillador		8	●					X
61	Colocar y atornillar el disco Duro dentro del chasis		17	●				X	
62	Coger y atornillar el lector de disco dentro del chasis		17	●				X	
63	dejar el destornillador a un lado de la mesa		8	●					X
64	Conectar los cables satas del Disco duro y del lector de discos en la mainboard		15	●				X	
65	Colocar la fuente de alimentacion dentro del chasis		120	●				X	
66	conectar los cables internos de la fuente a la mainboard		270	●				X	
67	examinar que los cables estén bien conectados a la mainboard		20			●			X
68	colocar y atornillar las tapas del chasis		164	●				X	
3.- PRUEBA DEL PRODUCTO									
69	llevar la CPU a la mesa de prueba	2.10	13	●	●			X	
70	conectar la CPU al monitor, mouses y teclado para la prueba		80	●				X	
71	encender la CPU		180	●					X
72	realizar prueba de funcionamiento		180	●					X
73	apagar la CPU		120	●				X	
74	llevar la CPU al almacén	8.40	13		●				X
75	almacenaje		0				●		X
TOTAL		10.50	2439	65	4	-	4	2	54
									21

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n° 47, en el diagrama de análisis se observa que el proceso de mantenimiento de la CPU tiene 75 actividades de las cuales, para realizar los procesos de recepción, desmantelado, limpieza, ensamblado y prueba de la CPU, se realizó 65 operaciones, 4 transportes, 4 inspecciones y 2 almacenaje. Además, la actividad de transporte hace un total de 23.20 metros de recorrido en total del servicio.

Ahora con la implementación del nuevo método en el servicio de mantenimiento, las actividades que se agregan valor son de 54 y las actividades que no agregan valor son de 21

Por lo tanto, el porcentaje del total de actividades que agregan valor en el servicio de mantenimiento es de:

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{54}{75} = 72\%$$

En el caso de los tiempos improductivos o que no agregan valor es del 28% del total.

En la tabla n° 48 se compara los resultados del pre-test y post-test del indicador del estudio de métodos, para verificar la mejora que se realizó.

Tabla 48: Resultado estudio de métodos de pre-test / post- test

	PRE-TEST	POST-TEST
IAV	44%	72%
ANAV	56%	28%

Fuente: Elaboración Propia

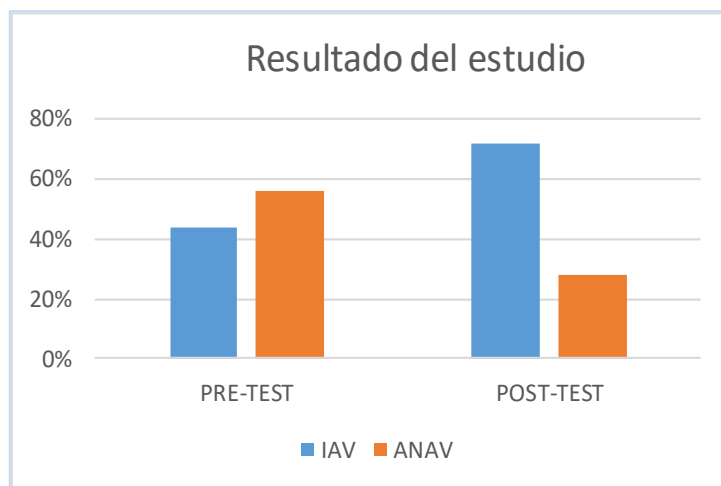


Figura 14: Resultado estudio de métodos del pre-test / post-test

Fuente: Elaboración Propia

Resultados Dimensión Estudio de Tiempos

2.7.4.1.1 toma de tiempos (post-test)

Se realizó otra toma de tiempo, esta vez del mes de abril del 2018, considerando los 30 días, para determinar los números de muestra que se requiere para establecer el nuevo tiempo estándar del proceso de servicio de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L

Tabla 49: Registro toma de tiempo mes de abril 2018

TOMA DE TIEMPO INICIAL - SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L. - ABRIL 2018																																																			
Empresa:		Electrónica Max E.I.R.L.																Área:		Mantenimiento																															
Método:		POST-TEST																Servicio:		Mantenimiento de electrodomésticos																															
Elaboración:		Víctor Alexander Paredes Medina																Producto:		CPU																															
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS:SEGUNDOS																																																	
		día 1		día 2		día 3		día 4		día 5		día 6		día 7		día 8		día 9		día 10		día 11		día 12		día 13		día 14		día 15		día 16		día 17		día 18		día 19		día 20		día 21		día 22		día 23		día 24		día 25	
		min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg		
1	Recepción del producto	3	01	2	40	8	10	4	05	3	58	2	59	5	06	3	11	3	04	3	06	2	59	3	00	3	01	2	47	3	10	3	15	4	00	4	09	4	00	3	02	3	20	3	07	2	59	2	50	2	54
2	Desmantelado	6	45	7	15	6	38	8	03	6	50	7	20	6	55	6	50	6	49	7	10	8	03	8	01	6	48	7	11	6	58	6	49	8	03	7	18	8	01	6	56	6	40	6	45	7	09	6	55	8	07
3	Limpieza de piezas	8	38	9	30	10	07	9	20	8	30	8	40	9	02	8	57	8	56	10	08	8	49	9	57	9	03	8	40	8	45	9	59	10	05	8	29	9	58	8	49	8	53	9	20	8	19	8	30	8	49
4	Ensamblado	6	46	7	59	8	03	7	01	6	50	7	09	8	49	8	47	9	50	9	59	8	10	9	02	6	59	8	20	7	10	6	51	8	11	7	30	8	02	7	07	6	59	7	49	6	58	8	44	9	09
5	Prueba del producto	10	26	10	25	11	21	11	03	10	11	9	20	10	01	9	30	9	35	11	01	10	33	10	20	9	37	11	02	9	40	10	38	10	07	10	10	9	38	9	39	10	52	10	13	9	40	9	41	10	10

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS																									
		día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	día 8	día 9	día 10	día 11	día 12	día 13	día 14	día 15	día 16	día 17	día 18	día 19	día 20	día 21	día 22	día 23	día 24	día 25	PROM.
1	Recepción del producto	3.02	2.67	8.00	4.08	3.97	2.98	5.10	3.18	3.07	3.10	2.98	3.00	3.02	2.78	3.17	3.25	4.00	4.15	4.00	3.03	3.33	3.12	2.98	2.83	2.90	3.25
2	Desmantelado	6.75	7.25	6.63	8.05	6.83	7.33	6.92	6.83	6.82	7.17	8.05	8.02	6.80	7.18	6.97	6.82	8.05	7.30	8.02	6.93	6.67	6.75	7.15	6.92	8.12	6.68
3	Limpieza de piezas	8.63	9.50	10.12	9.33	8.50	8.67	9.03	8.95	8.93	10.13	8.82	9.95	9.05	8.67	8.75	9.98	10.08	8.48	9.97	8.82	8.88	9.33	8.32	8.50	8.82	8.45
4	Ensamblado	6.77	7.98	8.05	7.02	6.83	7.15	8.82	8.78	9.83	9.98	8.17	9.03	6.98	8.33	7.17	6.85	8.18	7.50	8.03	7.12	6.98	7.82	6.97	8.73	9.15	7.34
5	Prueba del producto	10.43	10.42	11.35	11.05	10.18	9.33	10.02	9.50	9.58	11.02	10.55	10.33	9.62	11.03	9.67	10.63	10.12	10.17	9.63	9.65	10.87	10.22	9.67	9.68	10.17	9.44
	Tiempo total (min)	35.60	37.82	44.15	39.53	36.32	35.47	39.88	37.25	38.23	41.40	38.57	40.33	35.47	38.00	35.72	37.53	40.43	37.60	39.65	35.55	36.73	37.23	35.08	36.67	39.15	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 49 se puede apreciar la toma de tiempos del mes de abril del 2018. Donde se identificó que el día 3 tiene el mayor tiempo con un total de 44.15 min, y el día 15 es el que tiene el menor tiempo identificado con un total de 35.72 min. Estas tomas de tiempos realizados a los servicios son menores a la toma de tiempo anterior.

Tabla 50: *Calculo del número de muestras*

CALCULO DEL NUMERO DE MUESTRAS - SERVICIO DE MANTENIMIENTO - EMPRESA				
Empresa:	Electrónica Max E.I.R.L.	Área:	Mantenimiento	
Método:	POST-TEST	Proceso:	Servicio de mantenimiento	
Elaborado:	Víctor Alexander Paredes Medina	Producto:	CPU	
ITEM	ACTIVIDAD	Σx	Σx^2	$n = \left(\frac{40\sqrt{n'} \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{\Sigma x} \right)^2$
1	Recepción del producto	82.88	255.00	4
2	Desmantelado	180.32	1206.90	3
3	Limpieza de piezas	228.30	1937.10	6
4	Ensamblado	198.23	1460.20	5
5	Prueba del producto	255.00	2417.07	6

Fuente: *Elaboración Propia*

En la tabla n° 50, se muestra nuevamente la aplicación de la fórmula de Kanawaty. Estos datos son tomados de la toma de tiempos del mes de abril.

Tabla 51: *Calculo del promedio del tiempo observado total de acuerdo al tamaño de la muestra en el mes de abril del 2018*

ITEM	ACTIVIDAD	NUMEROS DE MUESTRAS						PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	
1	Recepción del producto	4.08	5.10	4.00	4.15			4.33
2	Desmantelado	8.05	8.05	8.12				8.07
3	Limpieza de piezas	10.12	10.13	9.95	9.98	10.08	9.97	10.04
4	Ensamblado	8.82	9.83	9.98	9.03	9.15		9.36
5	Prueba del producto	11.35	11.05	11.02	11.03	10.63	10.87	10.99

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 52: Calculo del tiempo estándar del servicio de mantenimiento (POST-TEST)

CALCULO DEL TIEMPO ESTANDAR DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRONICA MAX E.I.R.L.												
Empresa:		Electrónica Max E.I.R.L.						Área:	Mantenimiento			
Método:		POST-TEST						Servicio:	Mantenimiento de electrodomesticos			
Elaborado por:		Víctor Alexander Paredes Medina						Producto:	CPU			
N°	ACTIVIDAD	PROMEDIO DEL TIEMPO	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR
			H	E	CD	CS			B	V		
1	Recepcion del producto	4.33	0.03	0	0.02	0	1.05	4.55	0.05	0.03	0.08	4.91
2	Desmantelado	8.07	0.03	-0.04	0	0	0.99	7.99	0.05	0.06	0.11	8.87
3	Limpieza de piezas	10.04	-0.10	-0.08	0	-0.02	0.80	8.03	0.09	0.11	0.20	9.64
4	Ensamblado	9.36	0.03	0	0	-0.02	1.01	9.46	0.05	0.08	0.13	10.69
5	Prueba del producto	10.99	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.87	0.05	0.06	0.11	13.18
Tiempo Total por el servicio de mantenimiento de 01 CPU (min)												47.29

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla n° 52, el cálculo del tiempo estándar actual del servicio de mantenimiento de CPUs en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., da como resultado un total de 47.29 minutos (tiempo requerido por el servicio de mantenimiento de un CPU)

Tabla 53: Resultados estudio de tiempos PRE-TEST / POST TEST

	PRE-TEST	POST-TEST
tiempo estandar (minutos)	113.4	47.29

Fuente: Elaboración propia

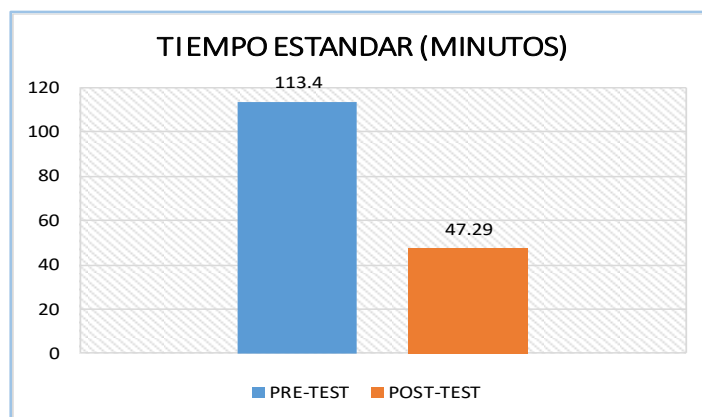


Figura 15: Resultados Estudio de Tiempos PRE-TEST / POST-TEST

Fuente: Elaboración propia

2.7.4.1.2 Resultados de Eficiencia, Eficacia y Productividad (POST-TEST)

Con los cálculos del tiempo estándar obtenidos del post-test, se calcula la capacidad instalada, con la siguiente formula.

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo labora c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 54: Cálculo de la capacidad instalada (POST-TEST)

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALARA (POST-TEST)			
NUMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABOR C/TRABAJADOR (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	CAPACIDAD INSTALADA O TEORICA
4	480	47	40.85

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 54 se aprecia que teóricamente se puede realizar servicio de mantenimiento de 41 CPUs.

Teniendo la capacidad instalada, se calcula la cantidad real de servicios realizados por día, usando la fórmula:

$$\text{servicios programados} = \text{capacidad instalada} \times \text{factor de valoración}$$

Tabla 55: Calculo de los servicios programados


SERVICIOS DE CPU _s PLANIFICADOS POR DÍA		
CAPACIDAD INSTALADA O TEÓRICA	FACTOR DE VALORACIÓN	UNIDADES PLANIFICADOS (servicios)
40.85	80%	32.68

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 55, se obtiene como resultado 33 servicios programados por el mantenimiento de CPUs al día.


Asimismo, para analizar como la mejora de procesos incrementa la productividad de la empresa Electrónica Max E.I.R.L., se obtienen los resultados de la productividad desde el mes de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2018.

Tabla 56: Productividad del mes de enero 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia $\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$				INDICADOR: Eficiencia $\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/01/2018	Feriado						
2/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
3/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
4/01/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
5/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
6/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
8/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
9/01/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
10/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
11/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
12/01/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
13/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
15/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
16/01/2018	29	33.00	87.88%	1371.41	1920	71.43%	62.77%
17/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
18/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
19/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
20/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
22/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
23/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
24/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
25/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
26/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
27/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
29/01/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
30/01/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
31/01/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
27 DIAS	808	858.00	94.17%	38210.32	49920	76.54%	72.08%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Productividad del mes de febrero 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia		$\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$		INDICADOR: Eficiencia		$\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$	
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
2/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
3/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
5/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
6/02/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
7/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
8/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
9/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
10/02/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
12/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
13/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
14/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
15/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
16/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
17/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
19/02/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
20/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
21/02/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
22/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
23/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
24/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
26/02/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
27/02/2018	Feriado						
28/02/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
24 DIAS	719	759.00	94.73%	34001.51	44160	77.00%	72.94%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Productividad del mes de marzo 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia $\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$				INDICADOR: Eficiencia $\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Día	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
2/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
3/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
5/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
6/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
7/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
8/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
9/03/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
10/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
12/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
13/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
14/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
15/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
16/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
17/03/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
19/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
20/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
21/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
22/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
23/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
24/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
26/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
27/03/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
28/03/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
29/03/2018	feriado						
30/03/2018	feriado						
31/03/2018	30	33.00	90.91%	1418.70	1920	73.89%	67.17%
27 DIAS	786	825.00	95.27%	37169.94	48000	77.44%	73.78%


Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Productividad del mes de abril 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia				INDICADOR: Eficiencia			
$\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$				$\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Dia	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
2/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
3/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
4/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
5/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
6/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
7/04/2018	30	33.00	90.91%	1418.7	1920	73.89%	67.17%
9/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
10/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
11/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
12/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
13/04/2018	30	33.00	90.91%	1418.7	1920	73.89%	67.17%
14/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
16/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
17/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
18/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
19/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
20/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
21/04/2018	30	33.00	90.91%	1418.7	1920	73.89%	67.17%
23/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
24/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
25/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
26/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
27/04/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
28/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
30/04/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
25 DIAS	784	825.00	95.03%	37075.36	48000	77.24%	73.40%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Productividad del mes de mayo 2018 (POST-TEST) Electrónica Max E.I.R.L.

FORMATO DE MEDICIÓN EFICIENCIA Y EFICACIA							
INVESTIGADOR	VÍCTOR ALEXANDER PAREDES MEDINA						
EMPRESA	ELECTRÓNICA MAX E.I.R.L.						
PROCESO DE OBSERVACIÓN	MANTENIMIENTO DE ELECTRODOMESTICOS						
INDICADOR: Eficacia $\frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}}$				INDICADOR: Eficiencia $\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{horas programadas}}$			
PROCESO DE OBSERVACIÓN							
Día	Servicios realizados	Servicios programados	Eficacia	Horas Utilizadas	Horas programadas	Eficiencia	productividad
1/05/2018	Feriado						
2/05/2018	30	33.00	90.91%	1418.7	1920	73.89%	67.17%
3/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
4/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
5/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
7/05/2018	30	33.00	90.91%	1418.7	1920	73.89%	67.17%
8/05/2018	30	33.00	90.91%	1418.7	1920	73.89%	67.17%
9/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
10/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
11/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
12/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
14/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
15/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
16/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
17/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
18/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
19/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
21/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
22/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
23/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
24/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
25/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
26/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
28/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
29/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
30/05/2018	31	33.00	93.94%	1465.99	1920	76.35%	71.73%
31/05/2018	32	33.00	96.97%	1513.28	1920	78.82%	76.43%
25 DIAS	816	858.00	95.10%	38588.64	49920	77.30%	73.52%

Fuente: Elaboración propia

Se comparan los resultados obtenidos del PRE-TEST y POST-TEST de la Eficiencia, Eficacia y Productividad, para ver gráficamente la mejora que se realizó.

Tabla 61: Resultados Eficiencia, Eficacia y Productividad PRE-TEST / POST-TEST

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
AGOSTO	68.34%	82.97%	56.70%
SEPTIEMBRE	68.34%	82.97%	56.70%
OCTUBRE	65.63%	79.67%	52.29%
NOVIEMBRE	67.78%	82.29%	55.78%
DICIEMBRE	68.41%	82.74%	56.60%
ENERO	76.54%	94.17%	72.08%
FEBRERO	77.00%	94.73%	72.94%
MARZO	77.44%	95.27%	73.78%
ABRIL	77.24%	95.03%	73.40%
MAYO	77.30%	95.10%	73.51%

Fuente: Elaboración propia

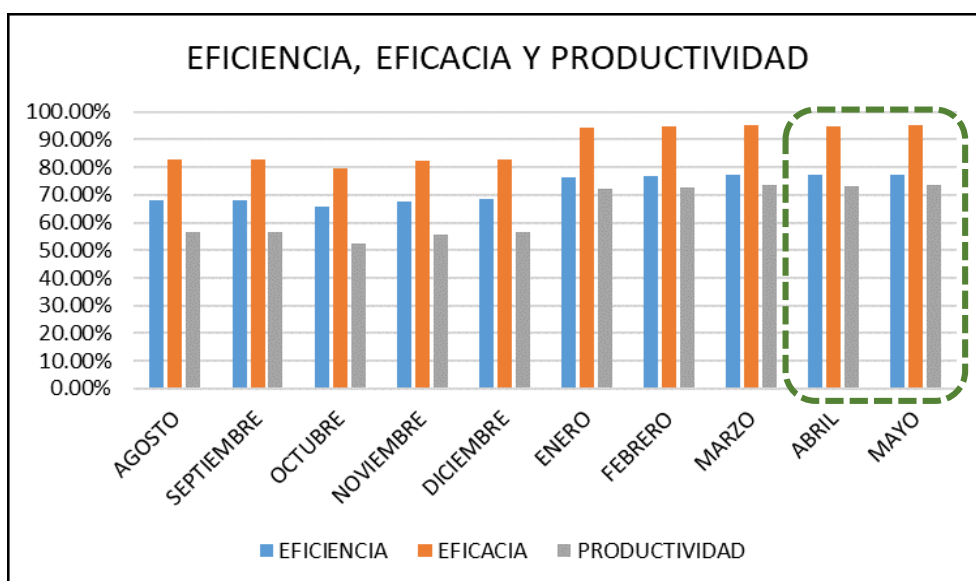


Figura 16: Resultado Eficiencia, Eficacia y Productividad PRE-TEST / POST-TEST

Fuente: Elaboración propia

En el Figura n° 16, muestra un incremento en la eficiencia, eficacia y productividad en los meses: enero, febrero, marzo, abril y mayo, esto se debe a las mejoras establecidas.

Costeo del servicio actual

Ahora que se conoce la cantidad de servicios planificados por mes, se puede calcular el nuevo costo por cada servicio realizado.

Tabla 62: Costo por herramientas e insumos

HERRAMIENTAS E INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL
Alcohol hisopropilico 1lt.	50	S/13.00	S/650.00
bencina 1lt.	50	S/7.90	S/395.00
brocha 2"	4	S/13.00	S/52.00
brocha 1"	4	S/10.00	S/40.00
brocha 1/2"	4	S/5.00	S/20.00
pasta termica para procesadores	12	S/23.00	S/276.00
juego de destornillador stanley	4	S/39.90	S/159.60
Total (para 825 servicios realizados al mes)			S/1,592.60
COSTO UNITARIO HERRAMIENTAS E INSUMOS			S/1.93

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 62 se muestra el costo total de S/. 1,592.60, este monto dividido entre 825 servicios realizados, nos resulta un costo unitario de herramientas e insumos de S/. 1.93 por servicio.

De la misma forma se procedió a realizar el análisis de costo de la mano de obra de la empresa.

Tabla 63: Costo unitario de mano de obra

Mano de obra	Costo por mes (S/.)	Servicios Realizados	Costo por servicios (S/.)
Gerente General	S/1,958.71	825	S/2.37
Tecnico n° 1	S/1,506.73	825	S/1.83
Tecnico n° 2	S/1,506.73	825	S/1.83
Tecnico n° 3	S/1,506.73	825	S/1.83
Costo Unitario M.O.			S/7.85

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 63, se determinó que el costo unitario de la mano de obra es ahora de S/. 7.85 por hora de servicio realizado.

A continuación, se presenta los costos indirectos:

Tabla 64: Costo indirecto

COSTO DE SERVICIOS	PAGOS (S/.)
Agua	S/80.00
Luz	S/110.00
Telefono e internet	S/200.00
Alquiler de local	S/1,000.00
Total de Servicios	S/1,390.00
servicios realizados	825
C.I. unitario	S/1.68

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 64, se determina que los C.I. unitario es de S/. 1.68

Finalmente se procede al cálculo del costo unitario del servicio de mantenimiento.

Tabla 65: Costo de servicio actual

COSTO DEL SERVICIO INICIAL	
Costo herramientas e insumos	S/1.93
Mano de obra	S/7.85
Costo Indirecto	S/1.68
Total de costo por servicio	S/11.47

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 65 se muestra que el costo total por hora de servicio de mantenimiento realizado es de S/. 11.47. Al analizar los costos, se logra verificar que el costo unitario inicial fue de S/. 27.03 y después de la implementación se logró reducir el costo unitario en S/.15.56.

2.7.5 Análisis Económico Financiero

En este análisis se realizará la evaluación económica de la propuesta de mejora planeada. Primero se realizará los costos y beneficios por la implementación de la mejora, para luego calcular el ratio costo-beneficio.

Tabla 66: Requerimientos para la implementación de la mejora del servicio de mantenimiento

RECURSOS	Cantidad	UM	costo unit.	costo total
IMPLEMENTACION ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS				
Compresora de aire	1	und	S/550.00	S/550.00
Manguera con terminaciones 10 mts	1	und	S/50.00	S/50.00
Pistola de aire bg-8	1	und	S/18.00	S/18.00
cronometro Casio	1	und	S/50.00	S/50.00
Hojas de papel bond un millar	1	und	S/20.00	S/20.00
Tinta para impresión	4	und	S/10.00	S/40.00
USB 32GB	1	und	S/32.00	S/32.00
lapiceros	10	und	S/0.80	S/8.00
Cámara Sony	1	und	S/150.00	S/150.00
total inversion				S/918.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 66 se aprecia la inversión total para la implementación de la mejora en el servicio de mantenimiento el cual es de S/. 918.00.

Ahora se realiza el análisis de la mano de obra por capacitación el cual se muestra en la tabla 67, donde las horas de capacitación son 8, y las horas de implementación son 12.

Tabla 67: Horas- hombre Utilizados para mejora de procesos

Mano de obra	Capacitación	Implementacion	Total horas	Costo/hora	Inversión
Gerente General	8	12	20	S/5.00	S/100.00
Tecnico n1	8	12	20	S/4.50	S/90.00
Tecnico n2	8	12	20	S/4.50	S/90.00
Tecnico n3	8	12	20	S/4.50	S/90.00
total inversión					S/370.00

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 67 se indica el total de la inversión en capacitación al personal para la implementación de la mejora de mantenimiento, esta inversión es de S/. 370.00.

Finalmente se suman ambas cantidades para poder obtener la inversión total para la implementación de la mejora del servicio de mantenimiento.

Tabla 68: Inversión Total realizada

Descripción	Valor Total
Recursos	S/918.00
Mano de Obra	S/370.00
Total de inversión	S/1,288.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 68 se puede ver que el total de la inversión es de S/. 1,288.00, este monto será empleado para incrementar la productividad en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

2.7.5.1 Análisis costo – beneficio

Para implementar el ratio costo – beneficio se debe de tomar en cuenta los siguientes datos.

Precio por servicio mantenimiento	S/45.00	Nuevos soles / unidad
Costo de implementación	S/1,288.00	Nuevos soles / unidad
Costo de servicio mantenimiento	S/11.47	Nuevos soles
Día laborable	8	Horas / Día
Mes laborable	30	Días / Mes
Año laborable	12	Meses / Año

Se procedió a realizar el análisis económico en base a la productividad obtenida antes y después de los servicios de mantenimientos realizados.

Tabla 69: Análisis económico antes y después

Análisis económico Antes y Después		
Mantenimiento antes	350	Unid/mes
Mantenimiento después	825	Unid/mes
Mantenimiento diferencia	475	Unid/mes
Por año	5700	Unid/año
Mantenimiento anual servicio	S/256,500.00	Nuevos soles / año
Costo por mantenimiento anual	S/65,379.00	Nuevos soles / año
Margen de contribución	S/191,121.00	Nuevos soles / año

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 69, para obtener las 5700 unidades por año por servicio de mantenimiento se calculó el mantenimiento diferencia por los 12 meses del año

laboral. Para obtener los S/. 256,500.00 se calculó las unidades del año por el precio por servicio de mantenimiento. Para obtener los S/, 65,379.00 se calculó las unidades del año por el costo del servicio de mantenimiento. Por ultimo se determina que el margen de contribución al incrementar la productividad es de S/. 191,121.00.

Finalmente se calcula el ratio de beneficio-costo para determinar la viabilidad del proyecto. Esto se obtiene entre el costo de los servicios realizados al año y el costo del proyecto, si el resultado es mayor a 1 entonces el proyecto es viable y si el resultado es menor a 1, entonces el proyecto se rechaza.

$$B/C = \frac{256,500.00}{65,379.00} = 3.92 > 1$$

El resultado del análisis es 3.92, mayor que 1, por tal motivo el proyecto es viable.

a. VAN

Para hallar el valor actual neto (VAN) se tiene los siguientes datos:

Tabla 70: Datos de los meses a calcular

Datos	Valores
Numero de periodos	10
Tipo de periodo	Mensual
Tasa de descuento	25%

Fuente: Elaboración propia

La tasa de interés se obtiene calculado el 25% que es la política de inversión:

$$Tasa\ de\ interes = (1 + 0.25)^{30/360} - 1 = 0.018$$

Luego se calcula los costos por servicio de mantenimiento del total de cada mes como se muestra en la tabla n° 71.

Tabla 71: Costos por Servicio de mantenimiento antes y después

DETALLES	PERIODO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo de Servicio (antes)	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00	S/675.00
Costo de Servicio (despues)	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75	S/286.75
	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25	S/388.25

Fuente: Elaboración propia

Proyecto de presupuestado S/. 1,288.00

Tabla 72: Calculo del VAN

Nro	FNE/(1+i)^
0	-S/1,288.00
1	S/382.93
2	S/377.69
3	S/372.51
4	S/367.41
5	S/362.38
6	S/357.41
7	S/352.52
8	S/347.69
9	S/342.93
10	S/338.23
11	S/333.60
12	S/329.03
VAN	S/2,976.31

Fuente: Elaboración propia

VAN > 0

2,976.31 > 0 El proyecto es rentable.

Al ver el resultado de la tabla n° 72 se puede determinar que el proyecto es viable, ya que el VAN es mayor a 0.

b. TIR (Tasa interna de retorno)

Tabla 73: *Calculo de TIR*

Meses	
0	-S/1,288.00
1	S/388.25
2	S/388.25
3	S/388.25
4	S/388.25
5	S/388.25
6	S/388.25
7	S/388.25
8	S/388.25
9	S/388.25
10	S/388.25
11	S/388.25
12	S/388.25

Fuente: *Elaboración propia*

VAN en 12 meses

TIR = 29%

Al realizar el TIR de la tabla 73, se observa que se obtiene una tasa de rendimiento interno del 29% mayor a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

III. RESULTADO

3.1 Análisis descriptivo

En el presente proyecto de investigación se presenta el análisis descriptivo de los resultados obtenidos antes y después de la mejora del servicio de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L.

3.1.1 Variable dependiente: Productividad

Tabla 74: Productividad Antes y Después

TEST	MES	PRODUCTIVIDAD
ANTES	Agosto	56.70%
	Setiembre	56.70%
	Octubre	52.29%
	Noviembre	55.77%
	Diciembre	56.60%
DESPUÉS	Enero	72.08%
	Febrero	72.94%
	Marzo	73.78%
	Abril	73.40%
	Mayo	73.52%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 74 se puede apreciar el aumento en la productividad con respecto al antes y después de aplicar el Estudio del Trabajo.

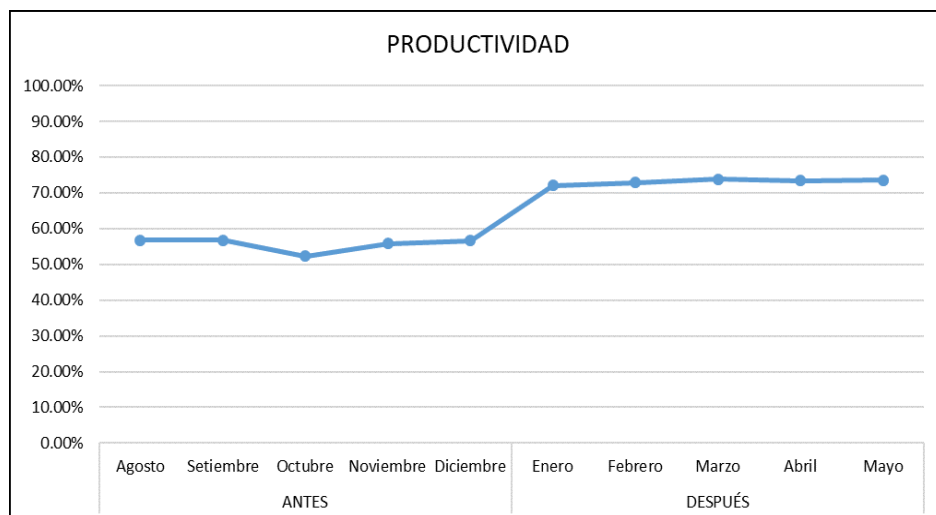


Figura 18: Productividad Antes y Después

Fuente: elaboración propia

En la Figura 17 se puede apreciar el aumento de la productividad con respecto al antes y después del Estudio del Trabajo.

Indicador Eficiencia

Tabla 77: Eficiencia Antes y Después

TEST	MES	EFICIENCIA
ANTES	Agosto	68.34%
	setiembre	68.34%
	Octubre	65.63%
	Noviembre	67.78%
	Diciembre	68.41%
DESPUÉS	Enero	76.54%
	Febrero	77.00%
	Marzo	77.44%
	Abril	77.24%
	Mayo	77.30%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla n° 75 se puede apreciar el aumento de la eficiencia con respecto al antes y después del Estudio del Trabajo.

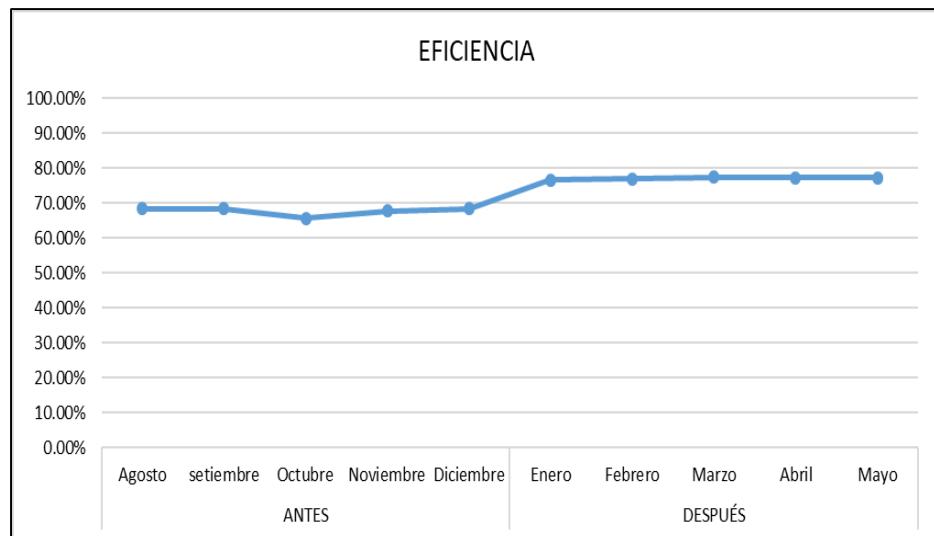


Figura 21: Eficiencia Antes y Después

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 18 se puede apreciar el aumento de la eficiencia con respecto al antes y después del Estudio del Trabajo.

Indicador Eficacia

Tabla 80: Eficacia Antes y Después

TEST	MES	EFICACIA
ANTES	Agosto	82.97%
	setiembre	82.97%
	Octubre	79.67%
	Noviembre	82.29%
	Diciembre	82.74%
DESPUÉS	Enero	94.17%
	Febrero	94.73%
	Marzo	95.27%
	Abril	95.03%
	Mayo	95.10%

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n° 76 se puede apreciar el aumento de la eficacia con respecto al antes y después del Estudio del Trabajo.

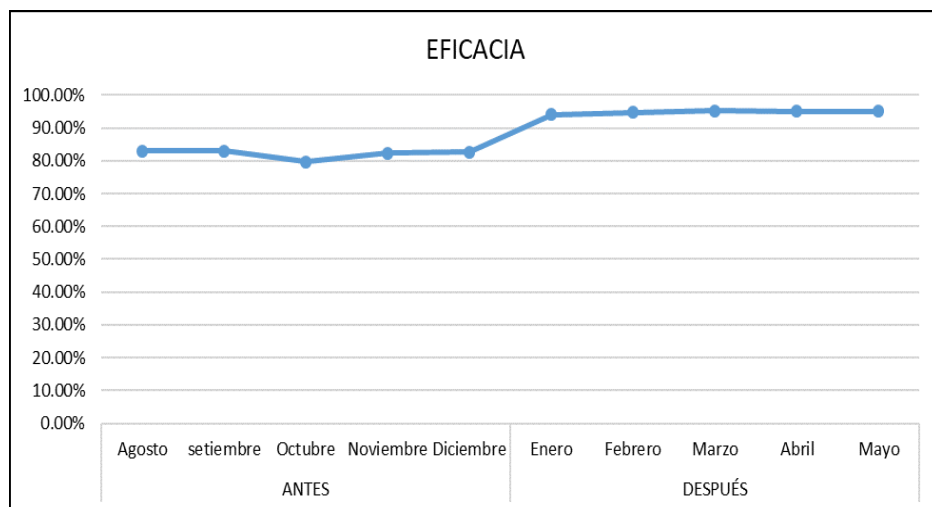


Figura 24: Eficacia Antes y Después

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se puede apreciar el aumento de la eficacia con respecto al antes y después del Estudio del Trabajo.

3.1.2 Variable independiente:

Análisis del Estudio de métodos

Se muestra el indicador de actividades que agregan valor en el pre-test:

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{47}{106} = 44\%$$

El 44% del total de las actividades, son las que agregan valor en el servicio de mantenimiento.

Después de haber realizado las mejoras en el proceso, se presenta el indicador de actividades que agregan valor en el post – test:

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100\% = \frac{54}{75} = 72\%$$

El 72% del total de las actividades, son las que agregan valor en el servicio de mantenimiento.

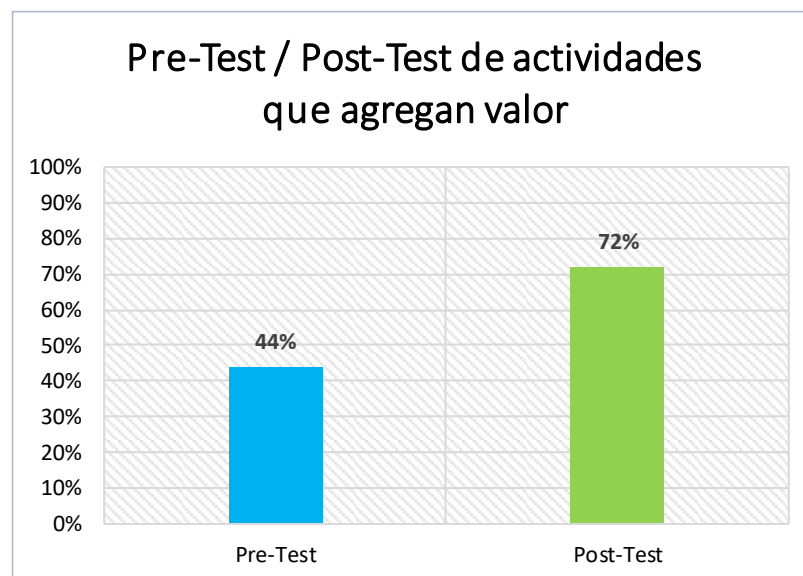


Figura 27: Pre-test y Post-test de índice de actividades que agregan valor
Fuente: Elaboración propia

En la figura 20 se puede observar el incremento del índice de las actividades que agregan valor del 44% al 72%.

Análisis del Estudio de tiempo

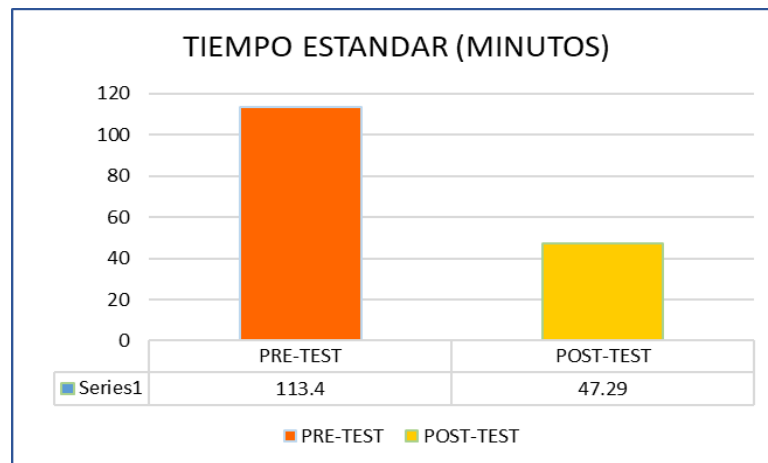


Figura 30: Tiempo Estándar Pre-Test y Post-Test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 21, se puede observar que el tiempo estándar para realizar un servicio de mantenimiento se ha reducido de un 113.4 min a 47.29 minutos.

3.2 Análisis inferencial

3.2.1 Análisis de hipótesis general

Ha: La aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario determinar si los datos que corresponden a las series de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que la muestra de ambos datos es $n \geq 30$, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 83: Pruebas de normalidad productividad

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Antes	0,247	51	0,000
Productividad_Después	0,299	51	0,000
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla n° 77, se puede verificar que la significancia de las productividades antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos y de acuerdo a la tabla de estadígrafos podemos utilizar a Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

H₀: La aplicación del estudio del trabajo no mejora la productividad del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

H_a: La aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0:} \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H_a:} \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 86: Estadístico descriptivo de la productividad

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Productividad_Antes	51	0,5451	0,08603	0,42	0,71
Productividad_Después	51	0,7337	0,03013	0,67	0,76

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 78, ha quedado demostrado que la media de la productividad Antes (0.5451) es menor que la media de la productividad Después (0.7337), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple **H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$** ; es así que,

se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del estudio del trabajo no incrementa la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 89: Estadístico descriptivo productividad

Estadísticos de prueba^a	
	Productividad_Después - Productividad_Antes
Z	-6,225 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 79, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Estudios del Trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo.

3.2.2 Análisis de hipótesis específica 1

Ha: La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario determinar si los datos que corresponden a las series de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que la muestra de ambos datos es $n \geq 30$, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 92: Pruebas de normalidad de eficiencia

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Antes	0,235	51	0,000
Eficiencia_Después	0,320	51	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 80, se puede verificar que la significancia de las Eficiencias antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos y de acuerdo a la tabla de estadígrafos podemos utilizar a Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica

Ho: La aplicación del estudio del trabajo no mejora la eficiencia del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

Ha: La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 95: Estadístico descriptivo eficiencia

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia_Antes	51	0,6700	0,05322	0,59	0,77
Eficiencia_Después	51	0,7724	0,01850	0,74	0,79

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 81, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia Antes (0.6700) es menor que la media de la productividad Después (0.7724), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$; es así que, se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Estudio del Trabajo no mejora la eficiencia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Estudio del Trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 98: Estadístico descriptivo de la eficiencia

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficiencia_Después - Eficiencia_Antes
Z	-6,183 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 82, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Estudios del Trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo.

3.2.3 Análisis de hipótesis específica 2

Ha: La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario determinar si los datos que corresponden a las series de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que la muestra de ambos datos es $n \geq 30$, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 101: Prueba de normalidad Eficacia

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Antes	0,219	51	0,000
Eficacia_Después	0,308	51	0,000
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 83, se puede verificar que la significancia de las Eficacias antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos y de acuerdo a la tabla de estadígrafos podemos utilizar a Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica

H₀: La aplicación del estudio del trabajo no mejora la eficacia del área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

H_a: La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia del área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0:} \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H_a:} \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 104: Estadístico descriptivo Eficacia

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia_Antes	51	0,8116	0,06485	0,71	0,93
Eficacia_Después	51	0,9512	0,02075	0,91	0,97

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 84, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia Antes (0.8116) es menor que la media de la productividad Después (0.9512), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple **H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$** ; es así que, se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Estudio del Trabajo no mejora la eficiencia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Estudio del Trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 107: Estadística descriptiva de la eficacia

Estadísticos de prueba^a	
	Eficacia_Después - Eficacia_Antes
Z	-6,220 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n° 85, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Estudios del Trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo.

IV. DISCUSIÓN

En la investigación que se realizó, quedo demostrado que la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., mediante el cual se pudo observar mejoras en la eficiencia y eficacia.

La productividad en el área de mantenimiento, se ha incrementado en un 17% en promedio, a consecuencia de la aplicación del estudio del trabajo. Esta mejora obtenida es similar a la obtenida por Arana et al. (2014) que, en su investigación en los trabajos previos para la mejora continua determino que, gracias a la implementación del nuevo método se incrementó la productividad en un 31% en la empresa de Accesorios de vestir y artículos de viaje.

La eficiencia del área de mantenimiento, se ha incrementado en un 9% en promedio a consecuencia de la aplicación del estudio del trabajo. Esta mejora se puede comparar con la obtenida por Concha y Barahona (2013), que incremento la eficiencia de la producción en un 15% al reorganizar el sistema de trabajo en la empresa Iduacero CIA. LTDA.

La eficacia del área de mantenimiento, se ha incrementado en un 13% en promedio a consecuencia de la aplicación del estudio del trabajo. Esta mejora obtenida es similar a la obtenida por Orozco (2015) que, en los trabajos previos a su investigación tuvo como resultado un incremento en la eficacia de un 15% en promedio en el área de producción, en la empresa Confecciones deportiva todo sport.

V. CONCLUSIÓN

Se concluye que la aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., mediante un completo análisis, organización y una adecuada planificación se pudo obtener lo siguiente:

La productividad inicial encontrada en el área de mantenimiento de CPU, fue de un 55.60% en promedio de los meses agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2017, el cual luego de implementar la aplicación del estudio de trabajo, enfocándolo en la mejora de la eficiencia y la eficacia se pudo incrementar a un promedio de 73. 14% en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2018.

La eficiencia inicial encontrada en el área de mantenimiento de CPU, fue de un 67.78% en promedio de los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2017, el cual luego de implementar la aplicación del estudio del trabajo, se pudo incrementar a un promedio de 77.10% en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2018.

La eficacia inicial encontrada en el área de mantenimiento de CPU, fue de un 82.13% en promedio de los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2017, el cual luego de implementar la aplicación del estudio del trabajo, se pudo incrementar a un promedio de 94.86% en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2018.

VI. RECOMENDACIÓN

Después de haber culminado con la investigación y de haber demostrado que al realizar el estudio del trabajo se logró incrementar la productividad, se recomienda lo siguiente:

En primer lugar, se recomienda siempre tomar registro de los datos obtenidos al realizar un trabajo de mantenimiento y comparar los resultados mediante los indicadores de eficiencia y eficacia, ya que se puede obtener un mayor incremento en la productividad cuando los trabajadores adopten por completo los nuevos métodos de trabajo.

Al realizar el estudio de métodos y tiempos se tiene que realizar un registro en forma detallada todo lo que implica la operación de mantenimiento para identificar las oportunidades de mejora, a su vez identificar constantemente si ocurre alguna variación en el tiempo estándar.

Finalmente se debe de continuar con las capacitaciones para controlar la ejecución de las mejoras propuestas y los resultados obtenidos, de esta forma se involucrará al personal de trabajo en la mejora de la productividad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANA, Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Lima, Perú. Universidad San Martín de Porres 2014.
- BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. 4ª ed. Colombia: Editorial Pearson, 2016. 400pp. ISBN: 9789586993098
- CARLOSAMA, David. Diseño e implementación de métodos y herramientas del estudio del trabajo en la línea de ensamble de motos Loncin modelo LX110-4III, para el mejoramiento de productividad de la empresa Prointer S.A. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Ibarra, Ecuador. Universidad técnica del norte 2017.
- CHECA, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones sol. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Trujillo, Perú. Universidad Privada del Norte 2014.
- CONCHA, Jimmy y BARAHONA, Byron. Mejoramiento de la productividad en la empresa Induacero CIA. LTDA. En base al desarrollo e implementación de la metodología 5s. y VSM, herramientas del Lean Manufacturing. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2013.
- CURILLO, Miriam. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Comercial. Cuenca, Ecuador. Universidad politécnica salesiana sede Cuenca 2014.
- GARCIA, Alfonso. Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana industria. 2ª ed. Mexico: Editorial Trillas, 2011. 304pp. ISBN: 9786071707338
- GARCIA, Roberto. Estudio del trabajo. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2005. 459 pp. ISBN: 970101698
- HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: Editorial McGRAW-HILL, 2014. 600pp. ISBN: 9781456223960
- HUESO Andres Y CASCANT Josep. Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. 1ª ed. España: Editorial Universitat Politècnica de València, 2012. 87 pp. ISBN: 9788483638934

- MONTENEGRO, Juan. Estudio del proceso de elaboración de señalización vertical y su incidencia en los niveles de productividad de Publical S.A. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Ambato, Ecuador. Universidad Tecnológica Indoamérica 2017.
- OROZCO, Eduard. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones deportivas todo sport. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Chiclayo, Perú. Universidad Señor de Sipán 2015.
- PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra: Organización internacional del trabajo, 1989. 317 pp. ISBN: 9223059011
- REVELO, Lissette. Mejoramiento de la productividad mediante la implementación de herramientas del estudio del trabajo en la industria Pauligi de la ciudad de Ibarra. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Ibarra, Ecuador. Universidad técnica del norte 2013.
- TORRES, Arnold. Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Cajamarca, Perú. Universidad Privada del Norte 2016.
- TORRES, María. Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú 2014.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2015. 495pp. ISBN: 9786123028787.

VIII. ANEXOS

Anexo 1- Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
Variables	Dimensiones	Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
V. Independiente				
ESTUDIO DEL TRABAJO	ESTUDIO DE METODOS	¿De qué manera el estudio del trabajo mejorará la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo?	Determinar como el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.	La aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del área de mantenimiento de la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.
	ESTUDIO DE TIEMPOS			
V. Dependiente		Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas
PRODUCTIVIDAD	EFICIENCIA	¿De qué manera el estudio del trabajo mejorará la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo?	Determinar como el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.	La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.
	EFICACIA	¿De qué manera el estudio del trabajo mejorará la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo?	Determinar como el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.	La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L. Surquillo.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2 – Ficha de validación 1



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INDICADORES DEL ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Estudio del métodos	SI	No	SI	No	SI	No	
1	$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100$ $IAV = \text{Indicador de actividades que agregan valor}$ $TAV = \text{Total de actividades que agregan valor}$ $TA = \text{Total de Actividades}$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Estudio del tiempo	SI	No	SI	No	SI	No	
2	$T_S = T_N \times (1 + \text{Factor de suplemento})$ $T_S = \text{Tiempo estandar}$ $T_N = \text{Tiempo normal}$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Eficiencia	SI	No	SI	No	SI	No	
1	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{hora programadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Eficacia	SI	No	SI	No	SI	No	
2	$\text{Eficacia} = \frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Se hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: ☒ Aplicable ☐ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. (Mg): Willy Romero Luis Alder DNI: 25607329

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

31 de 05 del 2018

[Firma]
Firma del Experto Informante.

Anexo 2 – Ficha de validación 2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INDICADORES DEL ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Estudio del métodos	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100$ IAV = Indicador de actividades que agregan valor TAV = Total de actividades que agregan valor TA = Total de Actividades	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Estudio del tiempo	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$T_s = T_N \times (1 + \text{Factor de suplemento})$ $T_s = \text{Tiempo estandar}$ $T_N = \text{Tiempo normal}$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{hora programadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$\text{Eficacia} = \frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./Mg: Sandoval Ramirez Percy DNI: 40608454

Especialidad del validador: Ing. Industriol Mg. Dirección TI

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

31 de 5 del 2018


Firma del Experto Informante.

Anexo 3 - Ficha de validación



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LOS INDICADORES DEL ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Estudio del métodos	SI	No	SI	No	SI	No	
1	$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100$ <p>IAV = Indicador de actividades que agregan valor TAV = Total de actividades que agregan valor TA = Total de Actividades</p>	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Estudio del tiempo	SI	No	SI	No	SI	No	
2	$T_S = T_N \times (1 + \text{Factor de suplemento})$ <p>T_S = Tiempo estandar T_N = Tiempo normal</p>	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Eficiencia	SI	No	SI	No	SI	No	
1	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{horas Utilizadas}}{\text{hora programadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Eficacia	SI	No	SI	No	SI	No	
2	$\text{Eficacia} = \frac{\text{servicios realizados}}{\text{servicios programados}} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./Mg: Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08698815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

31 de 5 del 2018

Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont Firma del Experto Informante.
PhD - Pos Doctorate
DNI. 08698815

Anexo 4 – formato de diagrama de análisis de procesos

[illegible]

Anexo 5 – formato de diagrama bimanual

[illegible]

Anexo 6 – formato de medición eficiencia y eficacia

[illegible]

Anexo 7 – formato de toma de tiempos

[illegible]

Anexo 8 – Formato cálculo de numero de muestras

CALCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS - SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRONICA MAX E.I.R.L.				
Empresa:		Área:		
Método:		Servicio:		
Elaborado por:		Producto:		
ITEM	ACTIVIDAD	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	recepcion del producto			
2	desmantelado			
3	limpieza de piezas			
4	ensamblado			
5	prueba del producto			

ITEM	Actividad	Número de muestras					
		1	2	3	4	5	Promedio
1	recepcion del producto						
2	desmantelado						
3	limpieza de piezas						
4	ensamblado						
5	prueba del producto						

Anexo 9 – formato de medición de tiempo estándar

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO - ELECTRONICA MAX E.I.R.L.												
Empresa:							Área:					
Método:							Servicio:					
Elaborado por:							Producto:					
N°	ACTIVIDAD	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
			H	E	CD	CS			B	V		
1	recepcion del producto											
2	desmantelado											
3	limpieza de piezas											
4	ensamblado											
5	prueba del producto											
Tiempo Total por el servicio de mantenimiento de 01 CPU (min)												

Anexo 10 - Formato de la tecnica del interrogatorio sistematico

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO SISTEMÁTICO			
OBJETIVO	INDICADOR	PREGUNTA	RESPUESTA
ELIMINAR	PROPÓSITO	¿Qué se hace	
		¿Por qué se hace?	
		¿Qué otra cosa podría hacerse?	
		¿Qué debería hacerse?	
COMBINAR U ORDENAR	LUGAR	¿Dónde se hace?	
		¿Por qué se hace allí?	
		¿En que otro lugar podría hacerse?	
		¿Dónde debería hacerse?	
	SUCESIÓN	¿Cuándo se hace?	
		¿Por qué se hace entonces?	
		¿Cuándo podría hacerse?	
		¿Cuándo debería hacerse?	
	PERSONA	¿Quién lo hace?	
		¿Por qué lo hace esa persona?	
		¿Qué otra persona podría hacerlo?	
		¿Quién debería hacerlo?	
SIMPLIFICAR	MEDIOS	¿Cómo se hace?	
		¿Por qué se hace de ese modo?	
		¿De qué otro modo podría hacerse?	
		¿Cómo debería hacerse?	

Fuente: Kanawaty 1998

Anexo 15 – Sistema Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Habilísimo	0.13	A1	Habilísimo
0.13	A2	Habilísimo	0.12	A2	Habilísimo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno
0	D	Medio	0	D	Medio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.1	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malos	-0.04	F	Malos

Fuente: OIT

Anexo 15 - Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
a) Trabajo de Pie			16	0	
Trabajo de pie	2	4	14	0	
			12	0	
			10	3	
b) Postura anormal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
			3	64	
			2	100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7.5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Continuo	0	0
12.5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5	5
17.5	7	10	Estridente y muy fuerte	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22.5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida	4	4
30	17	-	Proceso muy complejo	8	8
33.5	22	-	i) Monotonía mental		
			Trabajo algo monótono	0	0
d) Iluminación			Trabajo bastante monótono	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo muy monótono	4	4
Bastante por debajo	2	2	j) Monotonía física		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: OIT

	<p align="center">MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</p>	<p>VERSIÓN: 1 AÑO: 2018 HOJA: 1</p>
---	---	---

Anexo 16 - Manual de procedimientos

“MANUAL DE PROCEDIMIENTOS”

ÁREA: Recepción de productos electrónicos

PROCESO: Recepción de productos

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento donde se describa la secuencia de las actividades del proceso de recepción de los productos.

2. ALCANCE

Se aplica a todo el proceso de recepción de productos.

3. DEFINICIONES:

3.1. Manual de procedimiento: esta hoja hace referencia a todo el procedimiento que debe cumplir el técnico encargado para que el proceso se realice de la mejor manera y no cometa ningún error al finalizar el procedimiento.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

4.1. RECEPCIÓN DDE PRODUCTO

Para realizar el procedimiento de recepción del producto, el técnico responsable en realizar el trabajo debe de seguir los procedimientos que se encuentran establecidos en este manual para que no se cometa ningún error.

- 4.1.1. Se debe realizar una breve revisión física del producto antes de su ingreso.
- 4.1.2. Coger la orden de servicio y un lapicero del escritorio.
- 4.1.3. Registrar los datos del cliente y del producto que va a ingresar.
- 4.1.4. Se entrega una copia de la orden de servicio al cliente.
- 4.1.5. Se lleva el producto al almacén en la zona de artículos por reparación o mantenimiento.

AREA: MANTENIMIENTO

PROCESO: DESMANTELADO DE CPU

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento donde se describa la secuencia de las actividades del proceso de mantenimiento de los artículos.

2. ALCANCE

Se aplica a todo el proceso de desmantelado de CPU.

3. DEFINICIONES

3.1.Manual de procedimiento: esta hoja hace referencia a todo el procedimiento que debe cumplir el técnico encargado para que el proceso se realice de la mejor manera y no cometa ningún error al finalizar el procedimiento.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

4.1. DESMANTELADO DE CPU

Para realizar el procedimiento de desmantelado, el técnico responsable en realizar el trabajo debe de seguir los procedimientos que se encuentran establecidos en este manual para que no se cometa ningún error.

- 4.1.1. Se dirige al almacén con la orden de servicio del CPU a realizar el mantenimiento.
- 4.1.2. Se lleva la CPU al área de mantenimiento donde se va a realizar el trabajo.
- 4.1.3. Antes de empezar con el desmantelado de la CPU, se debe verificar que la mesa de trabajo se encuentre limpia, solo con las herramientas necesarias para el trabajo.

- 4.1.4. las herramientas adecuadas a utilizar para este trabajo son los juegos de destornilladores.
- 4.1.5. Primero con el destornillador se retira las tapas del CPU.
- 4.1.6. Luego se desconecta los conectores de la fuente de alimentación que se unen a la Mainboard.
- 4.1.7. Se retira los cables sata del Disco duro y Lector de discos.
- 4.1.8. Se retira la memoria RAM, la Tarjeta de video, el cooler y el microprocesador de la Mainboard.
- 4.1.9. Con el destornillador se retira el Disco duro, El Lector de discos y la Mainboard del Chasis del CPU.
- 4.1.10. Con el destornillador se retira la tapa de la fuente de alimentación para su limpieza interna.
- 4.1.11. Todas las piezas que se van desmontando se colocan al lado izquierdo de la mesa.
- 4.1.12. Luego de haber del desmantelado, las piezas se llevan a la mesa de limpieza.

AREA: MANTENIMIENTO

PROCESO: LIMPIEZA DE LAS PIEZAS DE CPU

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento donde se describa la secuencia de las actividades del proceso de mantenimiento de los artículos.

2. ALCANCE

Se aplica a todo el proceso de limpieza de las piezas de CPU.

3. DEFINICIONES

- a. **Manual de procedimiento:** esta hoja hace referencia a todo el procedimiento que debe cumplir el técnico encargado para que el proceso se realice de la mejor manera y no cometa ningún error al finalizar el procedimiento.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

4.1. LIMPIEZA DE PIEZAS DE CPU

Para realizar el procedimiento de limpieza, el técnico responsable en realizar el trabajo debe de seguir los procedimientos que se encuentran establecidos en este manual para que no se cometa ningún error.

- 4.1.1. Antes de proceder con la limpieza de las piezas del CPU, se debe verificar que el tanque del compresor de aire este lleno, como también comprobar el nivel de aceite.
- 4.1.2. El primer paso es sostener la pistola de aire del compresor para proceder con la limpieza de las piezas.

- 4.1.3. Se coge el chasis y se acciona la pistola de aire para limpiar toda la parte externa e interna.
- 4.1.4. Se deja a un lado de la mesa el chasis.
- 4.1.5. Se coge la mainboard y se acciona la pistola de aire para limpiar todos los componentes y las ranuras de la mainboard de difícil acceso.
- 4.1.6. Se deja a un lado de la mesa la mainboard.
- 4.1.7. Se coge la tarjeta de video y se acciona la pistola de aire para limpiar todos los componentes y ranuras de la tarjeta de video.
- 4.1.8. Se deja la tarjeta de video a un lado de la mesa.
- 4.1.9. Se coge la memoria RAM y se acciona la pistola de aire para limpiar los componentes de la memoria.
- 4.1.10. Se deja la memoria RAM a un lado de la mesa.
- 4.1.11. Se coge el Disco duro y se acciona la pistola de aire para limpiar la tarjeta y las ranuras del disco duro.
- 4.1.12. Se deja el Disco duro a un lado de la mesa.
- 4.1.13. Se coge el Lector de discos y se acciona la pistola de aire para limpiar la tarjeta y las ranuras del Lector de discos.
- 4.1.14. Se deja el Lector de discos a un lado de la mesa.
- 4.1.15. Se coge el cooler y se acciona la pistola de aire para limpiar la parte interna y externa del cooler.
- 4.1.16. Se coge la fuente de alimentación que se encuentra destapada y se acciona la pistola de aire para limpiar todos los componentes de la tarjeta interna de la fuente de alimentación.
- 4.1.17. Se deja la fuente de alimentación a un lado de la mesa.
- 4.1.18. Luego de terminar de utilizar el compresor de aire, se cierra la válvula del tanguete y se deja la manguera con la pistola a un lado del compresor.
- 4.1.19. Con un trapo se limpia los residuos de silicona del microprocesador.
- 4.1.20. Con el destornillador se coloca y se pone la tapa en la fuente de alimentación.

AREA: MANTENIMIENTO

PROCESO: EMSAMBLADO DE LA CPU

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento donde se describa la secuencia de las actividades del proceso de mantenimiento de los artículos.

2. ALCANCE

Se aplica a todo el proceso de ensamblado de la CPU.

3. DEFINICIONES

Manual de procedimiento: esta hoja hace referencia a todo el procedimiento que debe cumplir el técnico encargado para que el proceso se realice de la mejor manera y no cometa ningún error al finalizar el procedimiento.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

4.1. ENSAMBLADO DE LA CPU

Para realizar el procedimiento de ensamblado, el técnico responsable en realizar el trabajo debe de seguir los procedimientos que se encuentran establecidos en este manual para que no se cometa ningún error.

- 4.1.1. Se coloca el chasis en el centro de la mesa.
- 4.1.2. Se coge la mainboard y se coloca dentro del chasis.
- 4.1.3. Con el destornillador se aseguran los tornillos de la mainboard al chasis.
- 4.1.4. se coge la fuente de alimentación y con el destornillador se atornilla en el interior del chasis.
- 4.1.5. Se coge el disco duro y con el destornillador se atornilla en el interior del chasis.
- 4.1.6. Se coge el lector de disco y con el destornillador se atornilla en el interior del chasis.
- 4.1.7. Se deja el destornillador a un lado de la mesa.

- 4.1.8. Se coge el microprocesador y se coloca en el sócalo de la mainboard.
- 4.1.9. Se coge la pasta de silicona y se hecha un poco en la superficie del microprocesador.
- 4.1.10. Se deja la pasta de silicona a un lado de la mesa.
- 4.1.11. Se coge el cooler y se coloca encima del microprocesador.
- 4.1.12. Se coge la memoria RAM y la Tarjeta de video y se colocan en las ranuras de la mainboard.
- 4.1.13. Se coge los cables sata y se conectan en las ranuras del Disco duro y del Lector de discos a las ranuras de la mainboard.
- 4.1.14. Se conectan todos los cables de la fuente de alimentación a las ranuras de la mainboard.
- 4.1.15. Se cogen el destornillador.
- 4.1.16. Se colocan las tapas y se atornillan al del chasis del CPU.
- 4.1.17. Se deja el destornillador a un lado de la mesa.

AREA: MANTENIMIENTO

PROCESO: PRUEBA DEL PRODUCTO

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento donde se describa la secuencia de las actividades del proceso de mantenimiento de los artículos.

2. ALCANCE

Se aplica a todo el proceso de la prueba del producto en esta caso la CPU.

3. DEFINICIONES

Manual de procedimiento: esta hoja hace referencia a todo el procedimiento que debe cumplir el técnico encargado para que el proceso se realice de la mejor manera y no cometa ningún error al finalizar el procedimiento.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

4.1. ENSAMBLADO DE LA CPU

Para realizar el procedimiento de prueba del producto, el técnico responsable en realizar el trabajo debe de seguir los procedimientos que se encuentran establecidos en este manual para que no se cometa ningún error.

- 4.1.1. Primero se lleva la CPU ensamblada a la mesa de prueba, donde se encuentra un monitor, un teclado y un mouse.
- 4.1.2. Se procede a colocar la CPU en la Mesa de pruebas.
- 4.1.3. Se conecta los cables del monitor, teclado y mouse.
- 4.1.4. Se coloca el cable de poder al CPU.
- 4.1.5. Se procede a encender la CPU y el monitor.
- 4.1.6. Se espera 2 a 3 minutos a que cargue el sistema operativo.

- 4.1.7. Se procede a realizar la prueba de funcionamiento del CPU, esto no debe de demorar a más 1 a 2 minutos, solo para comprobar que el mouse y el teclado funcionen correctamente.
- 4.1.8. Luego de la prueba se procede a apagar la CPU.
- 4.1.9. Se desconectan los cables de la CPU.
- 4.1.10. Se procede a llevar la CPU al almacén.
- 4.1.11. Se coloca la CPU en el estante de los productos reparados.
- 4.1.12. En la orden de servicio se
- 4.1.13. coloca como producto revisado y operativo.

“MANUAL DE MANTENIMIENTO”



COMPRESORA DE AIRE

Mantenimiento preventivo de la compresora de aire

El mantenimiento del compresor de aire se realiza cada 4 a 5 meses.

Advertencia:

El compresor de aire debe apagarse y desconectarse de la fuente de poder antes de que se haga cualquier mantenimiento, al igual que cuando el aire se purgue del tanque, y se debe permitir que la unidad se enfrie. Pueden ocurrir lesiones personales de las partes en movimiento, fuentes electricas, aire comprimido o superficies calientes.

1. Cambio de aceite

Para cambiar el aceite de la bomba, asegurese de hacer lo siguiente:

- Si el compresor esta conectado. Apague la unidad y desconecte el cable de poder de la toma.
- Dele al compresor el tiempo de enfriarse si ha estado bajo operación.
- Abra la vlvula de drenaje para purgar todo el aire del tangué.
- Cierre la valvula de drenaje.
- Retire la tapa de llenado de aceite en la bomba.
- Retire la ventana con una llave de copa. Drene el aceite a un contenedor apropiado y deséchelo apropiadamente. Puede que se necesite ladearse levemente al compresor hacia el drenaje para permitir que todo el aceite sea drenado.
- Vuelva a poner la ventana. Utilizar un torque de 10 – 12 inch lbs.
- Vuelva a llenar la bomba el compresor con aceite para compresor de aire como aceite no-detergente SAE-30 por medio de bajos intervalos hasta que el aceite llegue al centro del círculo rojo en la ventana.

2. Limpieza del filtro de aire

Para limpiar el filtro de entrada de aire, asegurese de hacer lo siguiente:

- Abra la valvula de drenaje para purgar el aire del tangué. Después que el tangué quede vacío, cierre la valvula de drenaje.

- Retire la tapa exterior del ensamble del filtro de la entrada de aire.
- Retire el filtro desde la parte de adentro del ensamble.
- Lave el filtro con agua jabonosa tibia para retirar cualquier suciedad o residuos.
- Seque el filtro antes de reinsertarlo en el ensamble.
- Coloque el filtro en el ensamble y reemplace la tapa exterior.

3. Revision de valvulas y drenaje del tanque

- Jale el anillo en la valvula de seguridad del tanque y permitale que regrese a su posicion normal. La valvula debe ser reemplazada si no puede ser accionada o si tiene una fuga de aire luego de regresar a su pocision normal.
- Drene cualquier humedad del tanque al abrir la valvula de drenaje localizada en el lado inferior del tanque. Una vez que toda la humedad y el aire acumulado sean liberados del tanque, ajuste de nuevo la lvalvula de drenaje, si la valvula no cierra, esta valvula debe ser reemplazada.

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis titulada: "Aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2017", del estudiante PAREDES MEDINA, VICTOR ALEXANDER; tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 20 de noviembre del 2018



Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de
 Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Paredes Medina, Víctor Alexander

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2017”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 02 de julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 11



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN